INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE POLUIÇÃO SONORA PARA A SUSTENTABILIDADE DAS CIDADES BRASILEIRAS

Denise da Silva de Sousa

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS EM PLANEJAMENTO ENERGÉTICO.

Aprovada por:

____

Prof. Emilio Lèbre La Rovere, D.Sc.

____

Prof. Jules Ghislain Slama, D.Sc.

____

Profª. Claudia Mariz de Lyra Barroso Krause, D.Sc.

____

Drª. Martha Macedo de Lima Barata, D.Sc.

____

Prof. Samir Nagi Yousri Gerges, PhD.

____

Prof. Webe João Mansur, PhD.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL
MARÇO DE 2004

SOUSA, DENISE DA SILVA DE

Instrumentos de Gestão de Poluição Sonora para a Sustentabilidade das Cidades Brasileiras [Rio de Janeiro] 2004

XXVI, 643 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, D.Sc., Planejamento Energético, 2004)

Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE

1. Poluição Sonora
2. Sustentabilidade de Cidades
3. Instrumentos de Gestão

I. COPPE/UFRJ II. Título (série)

Aos meus filhos,

Marcela e Pedro Henrique,

que representam a grande força

que me faz continuar em frente.

A Deus, pelo paraíso que nos oferecestes,

nosso planeta Terra.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador e amigo, Prof. Jules Ghislain Slama, pelo apoio fundamental dado para a realização desta tese e ensinamento da ciência acústica, ao qual devo todo meu saber.

Ao meu orientador, Prof. Emilio Lèbre La Rovere, pelo estímulo dado para o desenvolvimento desta Tese e por ter acreditado em mim e me integrado a equipe do Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente (LIMA), sob sua coordenação.

À minha mãe, Rosa, e à minha irmã, Luciana, pelo amor, força e apoio nos momentos em que precisei estar ausente de casa.

Ao meu marido, Henrique, pela paciência, compreensão, enfim, pelo amor que me fortaleceu para a realização desta Tese.

Ao amigo, José Alexandre Gurgel do Amaral, pela ajuda inestimável dada para a concretização desta tese.

Às amigas, Heliana Villela e Izabella Teixeira, pela grande ajuda e principalmente pela força nos momentos em que ela me parecia já não existir mais.

À Patrícia Ingrid, pela ajuda dada durante toda a fase de elaboração da tese.

À Fabiana Marques e ao Leonídio Oliveira pela ajuda dada na digitação e formatação da tese.

Ao meu tio Arlindo Cezar, pela revisão de todo o texto.

Ao Luigi e demais colegas do Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente (LIMA/COPPE/UFRJ), pelo apoio e carinho com que atenderam às minhas solicitações.

À Tainá e ao Eduardo pela tradução do resumo para o inglês.

Ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, por ter compreendido que eu precisava seguir outro rumo.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para o obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE POLUIÇÃO SONORA PARA A SUSTENTABILIDADE DAS CIDADES BRASILEIRAS

Denise da Silva de Sousa

Março/2004

Orientadores: Emilio Lèbre La Rovere
Jules Ghislain Slama

Programa: Planejamento Energético

A poluição sonora constitui-se não só em fonte de incômodo à população, mas, também, em um problema de saúde pública, que contribui para a perda da qualidade de vida da população e da não sustentabilidade das cidades.

Este trabalho tem por objetivo a proposição de instrumentos de gestão de poluição sonora para a sustentabilidade das cidades brasileiras, incluindo diretrizes para a formulação e a implementação de uma política pública que viabilize a reestruturação do ordenamento jurídico institucional, a fim de suscitar mudanças substanciais nas atuais tendências e práticas de gestão da poluição sonora no país.

A tese propõe ainda uma nova ferramenta de avaliação da contribuição sonora de fontes para o ruído ambiental, utilizando índices estatísticos e redes neurais. Para tal foi realizado um estudo de caso, visando a demonstração da ferramenta aplicada a fontes de ruído de tipologias distintas em ambiente urbano – uma subestação elétrica e uma via de tráfego rodoviário. Os resultados do experimento numérico corroboram a hipótese de que é possível separar contribuições de fontes de ruído, utilizando redes neurais.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

MANAGEMENT TOOLS OF NOISE POLLUTION FOR THE SUSTAINABILITY OF BRAZILIAN CITIES

Denise da Silva de Sousa

March/2004

Advisors: Emilio Lèbre La Rovere
Jules Ghislain Slama

Department: Planning Energy

Noise pollution is not only a source of annoyance for the population, but also a matter of public health, contributing to a decrease in the life quality and the non-sustainability of cities.

This work proposes tools for noise pollution management that can contribute to the sustainability of Brazilian cities. Directives for the formulation and implementation of a public policy are presented. These directives make possible the reorganization of the institutional legal system, in order to generate substantial changes in the current trends and management practices of the noise pollution in the country.

The thesis also presents a new evaluation tool of the noise contribution of sources to the environmental noise through the use of percentile levels and neural networks.

In order to do so, a case study was carried out, aiming to demonstrate the use of this tool to study the contribution of noise sources of different typologies in an urban environment – an electrical substation and a traffic roadway. The numerical results of the experiment corroborate the hypothesis that it is possible to separate noise sources contribution through the use of neural networks.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE QUADROS

LISTA DE SÍMBOLOS E NOMENCLATURA

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AC – Acre

ACARE – Advisory Council for Aeronautics Research

AEA – Agência Européia do Ambiente

AGU – Advocacia Geral da União

ANCAT – Abatment of Nuisances Caused by Air Transport

ARE – Área Residencial Exclusiva

ASE – A-weighted Sound Exposure

ASEL A – Sound Exposure Level, (nível de exposição sonora, ponderação em A)

CADES – Conselho Municipal do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

CE – Comunidade Européia

CEASA – Central de Abastecimento

CETUR – Centre d'Etudes des Transport Urbains

CF – Constituição Federal

CI – Comissão Interministerial

CIB – Centre d'Information sur le Bruit

CMA – Códigos de Meio Ambiente

CMMAD - Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento

CNI – Conferência Nacional da Indústria

CNUMAD – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

COBRACON – Comitê Brasileiro da Construção Civil

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COMDEMA – Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente

CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito

CNUEH – Centre des Nations Unies pour les Etablissements Humains

CoordeMA – Coordenadoria de Meio Ambiente

CP – Códigos de Posturas

CPA – Códigos de Meio Ambiente

CPDS – Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável

CT – Comitê Técnico

DAC – Departamento de Aviação Civil

DAMEN – Diretiva de Avaliação e Gestão do Ruído Ambiental

DBNA – Decibel Nível de Audição

DER – Departamento de Estradas de Rodagem

DETRAN – Departamento de Trânsito

ECAC.CEAC - European Civil Aviation Conference. Conférence Européenne De L'aviation Civile

EIA – Estudos de Impacto Ambiental

EIV – Estudo de Impacto de Vizinhança

EMA – Eco-Management and Audit Scheme da Comunidade Européia

EPA – Environmental Protection Agency

ERCB – Environmental and Resource Effetive Commercial Buildings

ETI – Especificações Técnicas de Interoperabilidade

EUA – Estados Unidos da América

FAA – Federal Aviation Administration

FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente

FIEMG – Federação das Industrias do Estado de Minas Gerais

FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos

FLORAM – Fundação Municipal de Meio Ambiente

GAPI-UNICAMP – Grupo de Análise de Políticas de Inovação vinculado a UNICAMP

GIS – Global Information System

GDRC - The Global Development Research Center

GT – Grupo de Trabalho

HMMH – HarrisMiller & Hanson Inc.

HUD – Department of Housing and Urban Development’s Noise Policy

IAC – Instruções de Aviação Civil

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

ICAO – Organização da Aviação Civil Internacional

ICLEI – Conselho Internacional de Iniciativas Ambientais Locais

IETC – International Environmental Technology Centre

I/M – Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso

INCE – Institute of Noise Control Engineering

INFRAERO - Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia

INTERNOISE – Congresso Internacional sobre Engenharia de Controle de Ruído

IPPC – Directive Integrated Pollution Prevention and Control – Diretiva sobre Prevenção e Controle Integrado de Poluição

ISO – International Standard Organization

L_a – Nível de Ruído da Aeronave na Chegada

L_A – Nível de Pressão Sonora Instantâneo Ponderado em A

L_{AE} – Nível de Exposição Sonora

L_{Aeq} – Nível de Pressão Sonora Equivalente Ponderada em A

L_{AFmax} – Nível Máximo de Pressão Sonora

L_B – Nível de Pressão Sonora Ponderado em B

L_{Cpico} – Nível de Pico de Pressão Sonora

L_d – Nível de Ruído da Aeronave na Partida

L_{den} – Nível Sonoro dia-entardecer-noite

L_{dn} – Nível Sonora dia-noite

$L_{dn\ (Y)}$ – Nível sonoro dia-noite anualmente

LE – Legislação Específica

L_{Max} – Nível de Pressão Sonora Máxima

LN – Níveis Estatísticos

L_{night} – Nível Sonoro Noturno

L_{NP} – Nível de Poluição Sonora

LOM – Lei Orgânica Municipal

L_{ra} – Nível de Ruído Ambiente

LT – Linhas de Transmissão

LUOS – Lei de Uso e Ocupação do Solo

MACED – Moutain Association for Community Economic Development

MAer – Ministério da Aeronáutica

MATLAB - Matrix Laboratory

MG – Minas Gerais

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MPOG – Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão

NBR – Norma Brasileira

NC – Não Classificada

NCA – The Noise Control Act – Nível Critério de Avaliação

NNC – Non Noise Certificated

NNT – Neural Network Toolbox

NPL – Noise Polution Level

NPS – Nível de Pressão Sonora

NR – Norma Regulamentadora

NSDI – Noise Sensitivity Depreciation Index

OCDE – Organization for Economic Co-operation and Development

OEMAs – Órgãos Estaduais de Meio Ambiente

OEA – Organização dos Estados Americanos

OMS – Organização Mundial de Saúde

ONG – Organização Não Governamental

ONU – Organização das Nações Unidas

PAIRO – Perda Auditiva Induzida por Ruído Ocupacional

PCPV – Planos de Controle de Poluição para Veículos em Uso

PDDU – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano

PEIR – Pressão-Estado-Impacto-Resposta

PEU – Projeto de Estruturação Urbana

PGPS – Política de Gestão da Poluição Sonora

PGU – Projetos Gerais de Urbanificação

PLU – Planos Locais de Urbanização

PMA – Políticas de Meio Ambiente

PMDI – Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado

PNL – Perceived Noise Levels

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PPAG – Plano Plurianual de Ações do Governo

RANCH – Road Traffic and Aircraft Noise Exposure and Children’s Cognitions and Health

RBC – Rede Brasileira de Calibração

RBHA – Regulamento Brasileiro de Homologação de Aeronaves

REC – Centro Ambiental Regional para a Europa Central e Oriental

RIMA – Relatório de Impacto do Meio Ambiente

RMSP – Região Metropolitana de São Paulo

SAE – Secretaria de Assuntos Estratégicos

SCOMURBE - Secretaria Municipal de Coordenação de Política Urbana e Ambiental

SE – Subestação Elétrica

SEL – Nível de Exposição Sonora

SEMMAM – Secretaria Municipal de Meio Ambiente

SETRA – Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes

SLAP – Sistema de Licenciamento Ambiental

SOBRAC – Sociedade Brasileira de Acústica

SQA – Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos

SRA – Strategic Research Agenda

STC – Classe de Transmissão Sonora

SVMA – Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente

TANC – Transport Aircraft Noise Classification

TR – Termo de Referência

UN – United Nations

UnB – Universidade de Brasilia

UNEP – United Nations Environment Programme – Programa Ambiental das Nações Unidas

UNIFE – Organização Internacional de Indústria Ferroviária

UNU – United Nations University

UTEs – Unidades Termelétricas

WCED – Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento

WG – World Group

WHO – World Health Organization

WRI – World Resource Institute

INTRODUÇÃO

No limiar do século XXI a magnitude da urbanização é ímpar na história. Atualmente quase metade da população do mundo vive em áreas urbanas. Essa intensa urbanização, associada a uma crescente industrialização e à expansão do sistema de transportes, vem acarretando um aumento da poluição sonora, principalmente nos grandes centros urbanos.

Na União Européia aproximadamente 40% da população é exposta a ruído de tráfego rodoviário com níveis de pressão sonora excedendo a 55 dB(A) no período diurno e 20% expostas a níveis superiores a 65 dB(A). Considerando todas as fontes de ruído de transporte, estima-se que mais da metade da população vivem em zonas nas quais o conforto acústico não é assegurado em suas residências. Durante o período noturno mais de 30% da população é exposta a níveis superiores a 55 dB(A), provocando distúrbios no sono (WHO,1999).

Ainda segundo WHO (idem), a poluição sonora também é grave em países em desenvolvimento, sendo causada principalmente pelo ruído de tráfego. No Brasil, apesar da reduzida disponibilidade de dados sobre exposição sonora da população, de acordo com levantamentos sonoros realizados em algumas de suas cidades apresentados nesta tese, verifica-se que a população é exposta a níveis de ruído elevados.

Este aumento da poluição sonora, seja em países desenvolvidos ou em desenvolvimento, é insustentável, necessitando que seja reduzido e contido, uma vez que a poluição sonora constitui-se não só em fonte de incômodo à população, mas, também, em um problema de saúde pública, que contribui para a perda da qualidade de vida da população e a não sustentabilidade das cidades. De acordo com WHO (idem), isto se deve ao fato que a poluição sonora causa efeitos adversos à saúde humana – efeitos diretos ou efeitos primários (Ex: incômodo; interferências com a comunicação pela fala; etc.) e efeitos cumulativos ou efeitos secundários e terciários (Ex: estresse; risco de hipertensão e infarto; etc.) -, além de efeitos sócio-culturais, estéticos e

econômicos (Ex: isolamento social; queda da qualidade acústica na vizinhança; e depreciação do valor dos imóveis). Observa-se ainda que esta forma de poluição pode afetar adversamente futuras gerações, considerando a degradação dos ambientes residenciais, sociais e de aprendizagem, envolvendo perdas econômicas.

Pelos motivos anteriormente explicitados, é cada vez mais crescente a preocupação mundial em reduzir a poluição sonora e, conseqüentemente, minimizar os efeitos engendrados, por intermédio da adoção de políticas públicas de gestão da poluição sonora. Assim, diversos países e cidades no mundo todo têm adotado essas políticas. A Comunidade Européia, por exemplo, adotou recentemente uma política que envolve vinte e cinco países diferentes, estabelecendo metas de curto, médio e longo prazos, a fim de evitar efeitos adversos à saúde da população e preservar áreas ainda tranqüilas.

No Brasil diferentes ações foram implementadas visando a redução da poluição sonora urbana. Dentre essas, o Programa Silêncio, estabelecido em 1990, foi uma iniciativa pioneira de lidar com o problema em nível nacional. Este Programa constituiu-se em um ponto de partida para a realização de diversas ações, dentre as quais a mais importante foi a elaboração de Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), assim como de normas técnicas disciplinando as metodologias de medição e avaliação de ruído. Não obstante, percebe-se uma falta de harmonização entre os diplomas legais e regulamentares nos diferentes níveis de ação – Local, Regional ou Nacional, além da não institucionalização de instrumentos que promovam uma gestão eficaz.

Esta tese partiu da hipótese de que há necessidade de reestruturar o ordenamento jurídico-institucional, a fim de conferir uma nova abordagem para o processo de gestão da poluição sonora no país. Atualmente a gestão se manifesta pela insuficiência e não efetividade de alguns instrumentos, além da ausência de ações coordenadas e estruturadas no âmbito de uma política pública. Esta situação é também provocada pela não priorização, notadamente no *portfolio* ambiental do enfrentamento da poluição sonora.

Inserida neste contexto esta tese tem por objetivo propor Instrumentos de Gestão de Poluição Sonora para a Sustentabilidade das Cidades Brasileiras.

Para atingir este objetivo adotou-se a seguinte metodologia de trabalho:

1- Avaliação do estado atual da gestão da poluição sonora no Brasil, levantando pontos positivos e apontando necessidades por intermédio de:
   - levantamento da base legal federal e normativa existente e análise da sua efetividade;
   - verificação da harmonização dos instrumentos legais: esferas federal e municipal;
   - verificação da prioridade do enfrentamento da poluição sonora no *portfolio* ambiental federal;
2- Levantamento do estado da arte da gestão da poluição sonora internacional;
3- Comparação do estado atual da gestão internacional e nacional;
4- Proposição de elaboração, implementação e fiscalização (*enforcement*) de uma Política de Gestão da Poluição Sonora (PGPS), estabelecendo objetivos, princípios doutrinários, fundamentos e diretrizes para uma ação coordenada de prevenção e controle da poluição sonora no Brasil;
5- Proposição, por intermédio de um estudo de caso, de instrumento para a PGPS que se constitui em uma nova ferramenta metodológica de caracterização da contribuição de fontes industriais (subestação elétrica – média tensão) para o ruído ambiental, utilizando índices estatísticos e redes neurais. Isto se deve ao fato que no ambiente urbano existem muitas fontes atuando simultaneamente, dificultando a identificação da responsabilidade pela contribuição da emissão sonora ao ruído ambiental quando da fiscalização das fontes fixas.

Observa-se que o primeiro instrumento proposto apresenta abordagem mais ampla e representa o caminho para a reestruturação do ordenamento jurídico e institucional preconizado nesta tese. O segundo, de caráter mais específico, apresenta uma nova ferramenta, considerando-se a necessidade de ampliar a gama de instrumentos para a PGPS proposta.

Para atender ao que foi proposto, a tese se organizou segundo os capítulos e seções que a seguir se descreve:

No Capítulo 1, denominado sustentabilidade urbana, é delineado o cenário ("pano de fundo") no qual a problemática da poluição sonora ocorre – a cidade. Este inclui a descrição dos elementos morfológicos (canais de propagação do ruído) da cidade na suas diferentes escalas de apreensão do espaço urbano. O texto descreve ainda os conceitos contemporâneos para áreas urbanas e rurais e cidades, assim como o planejamento e a gestão do desenvolvimento desses assentamentos (item 1.1). A partir do estabelecimento desses conceitos, foi possível identificar o entendimento adequado ao objetivo da tese para a expressão planejamento e a gestão urbana sustentável – a cidade sustentável (item1.2).

No Capítulo 2, o texto aborda a poluição sonora urbana, fazendo-o com base no modelo sistêmico da poluição sonora urbana, que é descrito por meio da descrição extensiva dos elementos constituintes daquele modelo, a saber: fontes sonoras, caminhos de propagação e recepção. Nele são explicitadas as principais fontes de ruído urbano, as diferentes formas urbanas e suas relações com a ambiência sonora e os efeitos adversos causados ao homem, incluindo a descrição das métricas de avaliação dos mesmos.

O Capítulo 3 inicia-se com o estabelecimento de conceitos de planejamento estratégico, política pública e planos de ação. Uma vez definidos identificam-se e caracterizam-se os cenários e os atores associados ao processo de implementação de política pública e planos de gestão da poluição sonora urbana.

As experiências internacionais (item 4.1) e nacionais (item 4.2) de gestão da poluição sonora urbana estão descritas sob o Capítulo 4. Ao final (item 4.3), levantou-se um quadro comparativo entre os requisitos legais e regulamentares entre as experiências brasileira e a da Comunidade Européia e entre a Norma ISO 1996 – Acústica – Descrição, Medição e Avaliação do Ruído Ambiental e a NBR 10151 – Acústica –

Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade - Procedimento.

As proposições desta Tese estão descritas sob os Capítulos 5 e 6. O Capítulo 5 descreve a proposição relacionada com a política pública, objetivando a gestão da poluição sonora urbana: sumariando o objetivo, alguns princípios, fundamentos e diretrizes de tal política (item 5.1) e indicando e recomendando rotas possíveis do encaminhamento visando a sua implementação (item 5.2) e a estratégia de implementação (item 5.3).

O Capítulo 6 descreve o estudo de caso – Instrumento para a PGPS: o Caso da Caracterização de Contribuição da Emissão Sonora de Indústrias para o Ruído Ambiental – apresentando, conforme já dito, uma nova ferramenta metodológica para esta caracterização.

No Capítulo 7 são apresentadas as conclusões e recomendações da tese – relativas a política pública e a ferramenta proposta. Em seguida, encontra-se a totalidade das referências bibliográficas, dos documentos preparados em apoio aos temas desenvolvidos (Apêndices) e das cópias fiéis de documentos referenciados no texto (Anexos).

1. SUSTENTABILIDADE URBANA

1.1 Cidade

Preliminarmente impõe-se que sejam discutidos os conceitos e as abrangências para as expressões área rural, área urbana e cidade, no principal.

A expressão área urbana é usada geralmente como sinônimo de cidade. Embora todas as cidades sejam consideradas áreas urbanas, nem todas as áreas urbanas são cidades (WRI, 1996).

O conceito de urbano tem base estatística definida pelo governo de cada nação (WRI, idem). Cabe ao país defini-la, pois é quem melhor conhece as características que distinguem as áreas urbanas das áreas rurais. Na realidade as áreas urbanas individualizam territórios estratégicos onde se realiza um conjunto de processos sociais, econômicos e políticos, diversos dos das áreas rurais.

Em muitos países a definição de urbano é baseada nos limites administrativos, através dos quais os níveis regionais de administração são formalmente organizados. Há desvantagens no uso desta abordagem, tal como o fato de que tais limites raramente sofrem mudanças, não refletindo, assim, o desenvolvimento da cidade. Adicionalmente, algumas vezes, os limites são estabelecidos além da área construída, incorporando áreas rurais ou, ainda, tais limites não incluem a totalidade da área urbana (THE DEFINITION..., 2001).

Além das abordagens indicadas são adotadas ainda, pelo menos, duas outras abordagens. A primeira define área urbana com base em área construída ou, alternativamente, em área funcional. A área funcional pode compreender não só a área construída, mas, também, assentamentos independentes fora da área urbana em áreas circunvizinhas, com disponibilidade de atividades secundárias e terciárias, se a

população destas áreas depender do centro urbano para serviços e emprego (THE DEFINITION...,idem).

A segunda abordagem utiliza a densidade populacional ou densidade de edificações. Entretanto, é mister anotar que é usual a utilização de abordagens com base em critérios diversos, simultaneamente (ver exemplos do Canadá e Inglaterra, adiante).

Fica evidente a dificuldade de se definir área urbana, mesmo porque a implementação de qualquer uma das abordagens indicadas envolve decisões arbitrárias de estabelecimento de limites. Conseqüentemente a realização de comparações, por exemplo entre os níveis de urbanização mundial, entre as taxas de crescimento urbano ou mesmo com relação a própria dimensão da área urbana, são questionáveis se os limites considerados não são explicitados.

No Canadá ocorreram mudanças ao longo do tempo, desde as primeiras definições até as atualmente adotadas, conforme pode ser observado no Quadro 01 apresentado em seguida.

Quadro 01 – Área Urbana e Área Rural - Canadá

Período	Critério	Área urbana	Área rural
1931-1941	legal	população residente dentro dos limites das cidades e vilas, sem levar em consideração o tamanho.	população residindo fora dos limites da cidade, vila, sem levar em consideração o tamanho.
1986, 1991, 1996. (atual)	população e densidade populacional	pessoas vivendo em áreas construídas tendo uma concentração populacional de 1000 hab. ou mais e densidade populacional de 400 hab. por km^2, ou maior (Censo).	pessoas vivendo fora da área urbana, de acordo com o limite estipulado para a área urbana.

Fonte: STATISTICS CANADA, s.d.

Como se verifica, a definição atual utiliza-se de duas abordagens, simultaneamente – tamanho da população e densidade populacional.

Na Inglaterra também são consideradas duas abordagens. A primeira se baseia na combinação de densidade populacional e uso do solo e a segunda, na extensão do desenvolvimento urbano, indicada sobre mapas oficiais emitidos pela "*Ordinance survey*" (nota: instituição do Estado) (STATISTICS CANADA, idem).

Em Portugal uma povoação só pode ser elevada a categoria de Vila se possuir, pelo menos, metade de oito dos seguintes equipamentos coletivos: posto de assistência médica; farmácia; centro cultural; transportes públicos coletivos; estação dos correios e telégrafos; estabelecimentos comerciais de hotelaria; estabelecimentos que ministrem escolaridade obrigatória; e agência bancária. Complementarmente uma Vila só pode ser elevada a categoria de Cidade se possuir, pelo menos, metade de dez equipamentos coletivos: instalações hospitalares com serviço de permanência; farmácias; corporação de bombeiros; casa de espetáculos e centro cultural; museu e biblioteca; instalações de hotelaria; estabelecimento de ensino preparatório e secundário; estabelecimento de ensino pré-primário e infantários; transportes públicos, urbanos e suburbanos; parques ou jardins públicos (VEIGA, 2002).

No Brasil a definição atual para área urbana é de 1938, estabelecida pelo Decreto-Lei Nº 311 (VEIGA apud PORTO, 2002). De acordo com o Decreto, urbano é todo habitante que reside no interior dos perímetros delineados, pelas Câmaras Municipais, em torno de toda e qualquer sede de Município ou de Distrito.

Portanto, no Brasil, a competência para definir área urbana e área rural é do Município e o instrumento adequado é a Lei de Perímetro Urbano.

O Manual de Delimitação dos Setores de 2000, publicado pelo IBGE, corrobora tal afirmativa ao definir área urbana e rural, como se segue:

- ***Área urbana*** **–** é a área interna ao perímetro urbano de uma cidade ou vila, definida por Lei Municipal;
- ***Área rural*** **–** é a área externa ao perímetro urbano.

Ainda de acordo com o Manual do IBGE, “para as cidades ou vilas onde não existe a legislação que regulamente essas áreas, deve-se estabelecer um perímetro urbano para fins de coleta censitária do XI Recenseamento Geral, cujos limites devem ser aprovados pelo prefeito local” (IBGE, 1998). VEIGA (2002b) indica que “esta delimitação territorial das cidades inexiste em quase 40% dos casos, sendo improvisada às vésperas dos censos demográficos".

Ainda segundo VEIGA (apud PORTO, 2002), o Estatuto da Cidade, estabelecido através da Lei Nº 10.257 de 10 de julho de 2001, inovou ao inserir um capítulo sobre reforma urbana no texto constitucional (sobre inovações, ver também item 1.1.2), porém cometeu uma grande falha uma vez que não define o que é cidade. Ele afirma que "o Brasil urbano dificilmente será formado por mais do que oitocentas cidades que concentrarão, talvez, uns 70% da população. Outros 30%, ou mais, continuarão distribuídos por milhares de pequenos municípios do vasto Brasil

De acordo com ABRAMOVAY (2000), “a abordagem da *delimitação administrativa* utilizada no Brasil apresenta as seguintes restrições:

- “o rural é definido, ao menos em parte, ao arbítrio dos poderes públicos municipais, em que as conseqüências físicas da definição acabam sendo mais importantes que seus aspectos geográficos, sociais, econômicos ou culturais;
- desde que haja extensão de serviços públicos a um certo aglomerado populacional, ele tenderá a ser definido como urbano; é assim que, no Brasil, as sedes de distritos com algumas centenas ou dezenas de casas, são definidas como “urbanas”; e

- o rural tenderá a ser definido, em princípio, pela carência, o que não pode ser considerado um critério adequado sob qualquer ponto de vista”.

Uma vez caracterizados os pontos de contato entre os entendimentos para as expressões, de um lado, área urbana e área rural e de outro, cidade, pode-se passar a examinar mais detidamente o conceito de cidade.

Pode se dizer que a cidade é um objeto teórico que permite múltiplas leituras, a partir dos diversos fatores que a compõem, sejam estes de ordem física (os elementos que compõem a forma urbana) ou de outra ordem, em função da área de conhecimento envolvida e dos instrumentos de análise adotados.

Diz-se que “Cidade é muito mais do que um grande número de pessoas vivendo próximas umas das outras; é uma entidade política, econômica e social complexa. Cidades em torno do mundo simbolizam a identidade da sua nação e força política. As cidades são também centros da produção econômica, religião, aprendizado e cultura” (WRI, 1996).

Ainda que sob uma estrita ótica do urbanismo será possível encontrar diferentes definições para a cidade, formuladas pelos diversos teóricos urbanistas e segundo as diferentes escolas de pensamento.

A revisão histórica localiza que até meados do séc. XVIII, notadamente até a Revolução Industrial, a definição de cidade abrangia o “conjunto de edifícios dispostos em ruas e cercados por um muro comum”, tal como na *Enciclopédie* (apud HAROUEL, 1990).

Com o progresso técnico/científico determinado pela Revolução Industrial, as cidades tornam-se centros produtivos, a população urbana aumenta consideravelmente e o espaço urbano se fragmenta, sendo estabelecidas zonas caracterizadas pelas atividades

funcionais preponderantes – comércio, indústria e residência. Esta nova realidade tornava a definição de cidade, anteriormente citada, inadequada.

Decorrentes dos problemas surgidos com o acelerado aumento populacional, surgem as primeiras leis urbanísticas - na Grécia (1835), na Itália (1865) e na Suécia (1874) e, pela primeira vez, os termos urbanização e urbanismo são usados na obra intitulada “Teoria Geral da Urbanização” de Ildfonso Cerda (NIEMEYER, 1998).

No final do século XIX nasce o urbanismo moderno e se estabelecem os modelos de cidade culturalista, cidade naturalista e cidade progressista.

No modelo da cidade culturalista o traçado passa a ser orgânico e assimétrico com limites precisos e construções individualizadas. Há uma busca da cidade do passado – cidades pequenas, com ruas sinuosas que se adaptavam ao sítio natural e com qualidade arquitetural. Surge a concepção de cidade-jardim idealizada por HOWARD, na qual o espaço urbano compreende um espaço comercial e administrativo, na zona do centro, uma zona anelar destinada a edificações, todas providas de jardins, e uma zona industrial na periferia (HAROUEL, 1990).

No modelo naturalista, extremamente utópico, próprio dos Estados Unidos, que tem como expoentes teóricos, dentre outros, Frank L. Wright e Luis Sullivan, a cidade ideal passa a ser concebida apoiando-se em princípios de descentralização, pulverizando as funções urbanas na natureza. A sua estrutura baseia-se na de um organismo vivo: multicelular (os centros de moradia e de trabalho constituir-se-iam em células conectadas entre si) e polinucleadas (núcleos organizados de modo que as funções sejam geradoras da forma urbana).

Dentro do urbanismo progressista (o modelo que se impôs), a concepção de cidade passou por uma visão tecnicista, cuja organização e estética dos espaços eram desvinculados da organização social (sendo Le Corbusier seu principal precursor). Segundo JUNQUEIRA (1999), “a cidade estaria estruturada em zonas funcionais e a

moradia passaria a ser "máquina para viver" – criada a partir de modelos-tipo dentro da lógica de produção industrial. A diversidade da cidade seria substituída pela racionalidade; o espaço seria fragmentado pelo zoneamento; e o edifício passaria a constituir o elemento mais importante da cidade".

Na escola pós-modernista a concepção de cidade volta-se contrariamente aos paradigmas da concepção modernista, passando a valorizar a pluracidade de paisagens, a organicidade, etc. LYNCH (1982), em seu trabalho intitulado "A Imagem da Cidade", demonstra a importância fundamental da imagem da cidade como fator determinante para o comportamento social e psicológico dos habitantes e, conseqüentemente, como fator determinante na concepção urbanística em contraposição a concepção modernista. Para ele "a cidade é uma construção no espaço, mas uma construção em grande escala, algo perceptível no decurso de longos períodos de tempo".

Depreende-se, assim, que a forma urbana é mais do que uma concepção arquitetônica. É fruto, também, de processos ideológicos, histórico-culturais, etc.

Segundo LAMAS (1993), a forma urbana pode ser definida como sendo "o modo de organizar os elementos morfológicos que constituem e definem o espaço urbano, relativamente a materialização dos aspectos de organização funcional e quantitativa e dos aspectos qualitativos e figurativos. A forma, sendo o objeto final de toda concepção, está em conexão com o destino, ou seja, com linhas, espaços, volumes, geometrias, planos e cores, a fim de definir um modo de utilização e de comunicação figurativa que constitui a "arquitetura da cidade" ".

Observa-se que diferentes aspectos são abordados por LAMAS (idem) para a leitura da forma urbana. Estes aspectos são descritos por ele, como em seguida:

- aspectos de organização funcional – relacionam-se com as atividades humanas (habitar, instruir, tratar, trabalhar, etc) e também com o uso de uma área, espaço

ou edifício (residencial, escolar, comercial, sanitário, industrial, etc), ou seja, ao tipo de uso do solo;

- aspectos quantitativos – utilizados para controlar aspectos físicos da cidade. Todos os aspectos da realidade urbana que podem ser quantificáveis e que se referem a uma organização quantitativa: densidades, superfícies, fluxos coeficientes volumétricos, dimensões, perfis, etc;
- aspectos qualitativos – referem-se ao tratamento dos espaços e ao "conforto" e a "comodidade" do utilizador;
- aspectos figurativos – relacionam-se essencialmente com a comunicação estética.

Cumpre ressaltar que estes diferentes aspectos sublinham e pressupõem a interdisciplinaridade para explicar algo tão complexo como a cidade.

Pela proximidade ao tema central desta Tese – gestão da poluição sonora nas cidades e tal como se abordará no Capítulo 2 seguinte – o canal de propagação do ruído constitui-se em um dos três elementos fundamentais desta poluição. Em seguida são identificados, segundo LAMAS (idem), os elementos morfológicos (ou canais de propagação) da cidade, dependendo da dimensão ou da escala de apreensão do espaço urbano.

a) escala da rua

- o solo – "pano de fundo" do projeto e da construção da cidade, condicionando-os em conjunto com a topografia da superfície do lote;
- o lote – unidade territorial onde se estabelece a principal relação com a edificação, que, por sua vez, é condicionante da forma da edificação e, conseqüentemente, da forma urbana;
- o recuo **–** espaço não ocupado, do lote, pela edificação. É através da sua utilização e de seu desenho que se faz parcialmente a evolução das formas urbanas do "quarteirão" até o "bloco";

- as edificações – elemento mínimo, por intermédio do qual se constitui o espaço urbano e se organizam os diferentes espaços identificáveis: a rua, a praça, o beco, a avenida ou outros espaços mais complexos;
- a fachada – plano marginal através do qual se processa a relação da edificação com o espaço urbano, definindo os seus cenários e moldando a imagem cidade;
- a árvore e a vegetação - elementos identificáveis na estrutura urbana que desempenham funções de composição e de desenho urbano. Servem para organizar, definir e conter espaços, além de desempenhar papel preponderante na qualidade de vida de seus habitantes;
- o mobiliário urbano – constituído de elementos que equipam a cidade, tais como: o banco, o chafariz, a sinalização, o quiosque e o abrigo de transporte, entre outros. É de grande importância para o desenho da cidade, notadamente para a qualidade do espaço e comodidade.

b) escala do bairro

- o traçado/a rua - o traçado estabelece a relação intrínseca entre o território e o assentamento da cidade, regulando a disposição das edificações e quarteirões, ligando os espaços e partes da cidade. A rua é o espaço livre destinado à circulação pública de veículos e de pedestres. Ambos existem nos vários níveis e escalas da forma urbana;
- a praça - elemento morfológico das cidades ocidentais, não existindo nas cidades islâmicas. Lugar de encontro, de convivência, de acontecimentos e de manifestações da vida urbana;
- o quarteirão – espaço agregador e ordenador dos demais elementos da estrutura urbana: o lote e o edifício, o traçado e a rua, e as relações que estabelecem com os espaços públicos, semipúblicos e privados.
- o monumento – elemento morfológico determinante na imagem da cidade, individualizado pela sua presença, configuração, significado e posicionamento na cidade.

c) escala urbana

- os elementos morfológicos correspondem aos bairros, às grandes infra-estruturas viárias e às grandes zonas verdes, relacionadas com o suporte geográfico e com as estruturas físicas da paisagem.

1.1.1 O Ambiente Urbano

A abordagem da cidade como um “elemento vivo” inserida em um ecossistema – abordagem holística e visão sistêmica, favorece a identificação dos compartimentos – ambientes da cidade vis-à-vis as modernas questões ambientais, em especial a poluição (sonora).

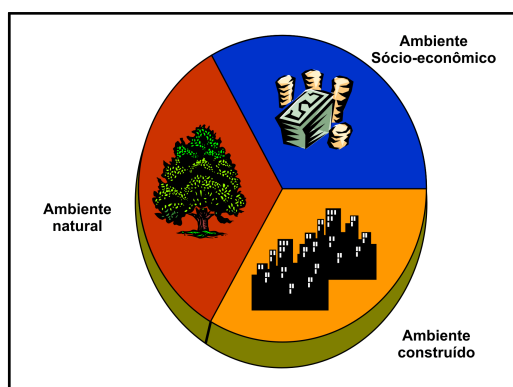
Com efeito, tal como sugerido pela GDRC (THE GLOBAL DEVELOPMENT RESEARCH CENTER, s.d.), o ambiente urbano pode ser considerado como um sistema complexo, interligado e dinâmico, constituído pela interseção e sobreposição das três dimensões que o constituem (ver Figura 01 seguinte).

Fonte: GDRC, s.d.

Figura 01 – Meio Ambiente Urbano

A GDRC propõe:

a) ambiente natural - recursos, elementos e efeitos relacionados com a flora e a fauna e os seres humanos (biosfera) e com elementos da geosfera e atmosfera/atrosfera (minerais, água, terra, ar, etc);

b) ambiente construído - recursos, processos e efeitos relacionados a construção, moradia, estradas, ferrovias, eletricidade e fornecimento de água, gás, etc (elementos da tecnosfera);

c) ambiente sócio-econômico - recursos, processos e efeitos relacionados as atividades humanas, educação, saúde, artes e cultura, atividades econômicas e de negócios, patrimônio - estilo de vida urbano, em geral.

Como essas dimensões variam, bem como as interações entre elas, os problemas ambientais urbanos variam de cidade para cidade e de região para região, bem como sofrem influência das diversas variáveis que constituem os subsistemas, tornando-os únicos e impossibilitando a generalização e a banalização na abordagem dos sistemas.

Ambiente Natural

O ambiente natural de uma cidade e de seu entorno é um fator determinante na natureza de seus problemas ambientais. As condições climáticas, por exemplo, favorecem o surgimento de determinados tipos de doenças causadas e desencadeadas por vetores, em função de uma forma específica de poluição. Por exemplo, cidades como Cubatão - BRA, México/DF - MEX e Los Angeles - EUA sofrem com problemas de poluição do ar, agravada pela topografia local (circundadas por montanhas) que não favorece a dispersão dos agentes poluentes.

Reforça-se aqui o papel exercido pelo ambiente natural, muitas vezes colocado em um segundo plano, apresentando-o como fornecedor dos recursos necessários ao processo de urbanização e, portanto, receptor das transformações ocasionadas. Na realidade o ambiente natural constitui-se em um agente capaz de modelar profundamente as configurações urbanas, impondo limitações para os assentamentos humanos.

A atual degradação do ambiente natural é, tipicamente, um processo gradual de acumulação de pequenos danos e transformações que, cada vez mais, compromete a capacidade de resposta do ambiente. Estes danos não produzem uma ruptura imediata da operação do ecossistema, até que uma área vulnerável seja abatida por um evento acidental. Assim sendo, ele não consegue se recuperar, fazendo com que o ecossistema inicial seja substituído por um novo ecossistema, menos resiliente, menos diverso e menos capaz de fornecer serviços ambientais básicos.

Ambiente Construído

O ambiente construído da cidade constitui a sua estrutura física, onde se desenvolvem as atividades humanas e são gerados os impactos, que passaram a ser objeto de estudo e quantificação. Com efeito, as atividades do setor de edificação e da construção civil, em geral, de acordo com ISO (2000), vêm sendo consideradas como um dos mais relevantes, como em seguida se evidencia:

- “aproximadamente 40% dos materiais produzidos globalmente são utilizados na edificação e construções;
- aproximadamente 40% de todo lixo gerado globalmente advém da produção e da demolição de edificações e construções;
- aproximadamente 40% de toda a energia consumida globalmente são relacionadas à edificações e construções;
- aproximadamente 40% das emissões globais de CO_2 são relacionadas à edificações e construções;
- utiliza cerca de 40.000 a 50.000 produtos diferentes, dos quais alguns contêm substâncias perigosas”.

Em reação ao cenário esboçado, alguns países vêm tomando ações preventivas. É o caso da Noruega, que desenvolveu um método simplificado – Ecoprofile, de avaliação ambiental de construção. A Holanda, igualmente, assim como a Grã-Bretanha e o Canadá.

Todas essas metodologias visam avaliar o impacto ambiental dos processos construtivos de edificações, dando informações sobre o consumo de recursos.

A Tese retorna ao tema da sustentabilidade no item 1.2.2 Ações para a Sustentabilidade Urbana, assim como apresenta algumas das iniciativas referidas anteriormente reunidas no Anexo 2.

Ambiente Sócio-econômico

O ambiente sócio-econômico**,** compreendido pelos estilos de vida, em geral, exerce pressão sobre o ambiente natural. Talvez um dos mais importantes determinantes dessa pressão seja, por um lado, a pobreza nos países em desenvolvimento e, por outro, os padrões de produção e de consumo nos países desenvolvidos.

Nos países em desenvolvimento, considerando-se a escala e a profundidade da pobreza, torna-se imperativo a sua redução, a fim de que seus impactos sobre o ambiente natural possam ser minimizados. Não obstante, a relação existente entre a pobreza e a degradação ambiental é biunívoca. Dessa forma torna-se necessário também melhorar os ecossistemas e recursos dos quais a pobreza depende.

Nos países desenvolvidos o sobre-consumo e a sobre-produção contribuem para a degradação do ambiente natural. Segundo UNU (2002), 15 % da população do mundo, em países de renda elevada, explicam 56 % do consumo total do mundo, enquanto que, os 40 % mais pobres, em países de baixa renda, explicam apenas 11 por cento do consumo.

1.1.2 Planejamento e Gestão Urbana

Neste item são abordados somente os instrumentos de planejamento e gestão urbana atualmente praticados no Brasil.

A conceituação de planejamento urbano, a descrição das escolas de pensamento, assim como as conseqüências ambientais da expansão e do planejamento urbano estão incluídas no Apêndice 9.1, em seguimento a descrição do desenvolvimento e das transformações associadas nas cidades e de cenários populacionais projetivos, para algumas metrópoles mundiais.

A atual dinâmica da quase totalidade das cidades brasileiras é fruto de uma urbanização acelerada e é caracterizada por uma ocupação desordenada. Esta situação mostra a fragilidade dos processos de planejamento, pois não acompanharam a real evolução das cidades.

No principal os atuais instrumentos para orientar o desenvolvimento e a expansão urbana disponíveis no Brasil podem ser caracterizados, de uma forma geral, segundo três grupos (JUIZ DE FORA, 1998):

- Instrumentos de Planejamento;
- Instrumentos de Intervenção Urbana;
- Instrumentos de Gestão.

Os Instrumentos de Planejamento correspondem àqueles que constituem a base das ações que são desenvolvidas pela Administração, como por exemplo, diretrizes Setoriais de Desenvolvimento, Macrozoneamento, Projetos Gerais de Urbanificação (PGU) e Planos Locais de Urbanização (JUIZ DE FORA, idem).

Os Instrumentos de Intervenção Urbana são dispositivos jurídico-administrativos dos quais a Administração poderá lançar mão na medida de suas necessidades, a fim de viabilizar projetos que envolvam diversos tipos de questões, principalmente aquelas relativas ao uso do solo (JUIZ DE FORA, idem).

Os Instrumentos de Gestão da Política de Desenvolvimento Urbano correspondem aos criados para cuidar da implantação do Plano (Ex.: Conselho Municipal de Política Urbana e os Conselhos Locais de Assuntos Urbanos) ou para viabilizar financeiramente

as ações nele previstas (Ex.: Fundo Municipal de Urbanização e o Fundo Municipal de Conservação Ambiental) (JUIZ DE FORA, idem).

Tais instrumentos encontram-se previstos no Estatuto da Cidade que é a Lei que estabelece as diretrizes gerais da Política Urbana Nacional e tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana (BRASIL, 2001).

Dentre estes o Plano Diretor é um dos instrumentos de planejamento em nível municipal que contempla as diretrizes gerais destinadas a promover o desenvolvimento equilibrado da cidade.

Entre os marcos do ordenamento jurídico dos processos de urbanização das cidades brasileiras pode-se citar a Constituição Federal de 1988 e o Estatuto das Cidades.

A **Constituição Federal - 1988** atribuiu aos Municípios (artigo 30) a competência de "legislar sobre assuntos de interesse local" e promover "adequado ordenamento territorial mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano". A partir daí, os Municípios brasileiros com mais de vinte mil habitantes começaram a propor suas Leis Orgânicas e Planos Diretores, em atendimento ao dispositivo constitucional (Artigo 182). A CF-88 não determinou a metodologia e o conteúdo do Plano Diretor (BRASIL, 1988).

O **Estatuto da Cidade** (após onze anos de negociações e adiamentos o Congresso Nacional aprovou a Lei que regulamenta o capítulo de Política Urbana preconizada na CF - 88) delega ao Município o dever de definir "função social da cidade" e "propriedade urbana", oferecendo para as cidades, como já visto, um conjunto inovador de instrumentos de intervenção sobre seus territórios, além de nova concepção de planejamento e gestão urbanos.

As inovações situam-se em três campos (ROLNIK, 2001):

- novos instrumentos urbanísticos, voltados para induzir – mais do que normatizar, as formas de uso e ocupação do solo;
- nova estratégia de gestão, adotando a participação direta do cidadão nos processos decisórios;
- nova regulação das posses urbanas, aumentando as suas possibilidades, “até hoje situadas na ambígua fronteira entre o legal e o ilegal” (ROLNIK, idem).

Pela pertinência com o tema da tese explicita-se entre os instrumentos concretizados da nova estratégia de gestão o Estudo de Impacto de Vizinhança, que se aplicará para empreendimentos que a Lei Municipal considerar como promotor de mudanças significativas no perfil da região onde estes vierem a se implantar.

Ainda fazendo apelo a pertinência com a tese em seguida são nomeadas, a título de exemplo, os principais instrumentos de natureza urbanística que foram promulgados/emitidos no Município do Rio de Janeiro. Eles são:

- Lei Orgânica Municipal (LOM): estabelece, entre outros, os princípios básicos da Política Urbana Local e os instrumentos urbanísticos à disposição do Município para exercer o controle do desenvolvimento urbano;
- Plano Diretor Decenal da Cidade: detalha os princípios da LOM e estabelece as diretrizes de crescimento urbano, as áreas prioritárias para expansão ou restrição à ocupação urbana, índices e coeficientes de densidade;
- Plano Estratégico da Cidade do Rio de Janeiro: um instrumento para intervir na cidade, definindo ações imediatas que permitam sua transformação e adaptação ao novo ambiente econômico e social, resolvendo confrontos da lógica do mercado e da lógica do cidadão, buscando objetivos e linhas estratégicas mais adequadas para posicionar-se no mercado da cidade;
- Legislação Urbana: no que diz respeito aos parâmetros urbanísticos e edilícios que controlam o uso e a ocupação do solo é baseada, em grande parte, no

Decreto 322/76, que foi ao longo dos anos sendo acrescido de outros decretos e Leis, que o desfiguraram;

- Lei de Uso e Ocupação do Solo: estabelece os parâmetros gerais de uso e ocupação do solo, especificando normas de parcelamento, e aproveitamento do terreno para construção, entre outros. Encaminhada à Câmara Municipal no início de 1997, estabelece as normas gerais do uso e ocupação do solo para o Município e representa uma tentativa de introduzir novos conceitos à legislação urbanística;
- Projeto de Estruturação Urbana (PEU): define a legislação urbanística de um conjunto de bairros. A legislação do Município ainda é baseada no conceito fordista de zoneamento.

O leitor interessado no aprofundamento do conhecimento dos benefícios e inovações consagradas no Estatuto da Cidade poderá referir-se ao trabalho de ROLNIK, referenciado, cuja versão completa está disponível no Anexo 1.

1.2 <u>Cidades Sustentáveis</u>

De início impõe-se que sejam estabelecidos os conceitos e abrangências para as expressões sustentabilidade, desenvolvimento sustentável, assentamentos urbanos sustentáveis e sustentabilidade urbana. Só aí, então, pode-se abordar o conceito de cidades sustentáveis.

Para tanto, vale-se, no principal, do documento "*Agenda 21 for Sustainable Constructions in Developing Countries – A Discussion Document*", elaborado pelos CIB e UNEP – IETC para discussão no *World Summit on Sustainable Development* realizado, em setembro de 2002, na cidade de Johannesburg – África do Sul. Este documento foi utilizado, uma vez que apresenta, de forma clara e concisa, as definições para as expressões supracitadas que são usadas para caracterizar o meio ambiente urbano, mas que normalmente são confundidas.

1.2.1 Conceituação

Sustentabilidade

Sustentabilidade é a condição ou estado que permitiria a existência continuada do *homo sapiens*. Corresponde a um objetivo permanente que se pretende conseguir alcançar.

Para alcançar a sustentabilidade há que se atender determinadas exigências. Primeiro é necessário equilibrar as necessidades dos seres humanos com a capacidade de suporte do planeta, ao mesmo tempo em que esta capacidade se estenda às gerações futuras e que possam continuar a existir.

Entretanto, a mera sobrevivência não é o objetivo. O que se deseja é viver em um ambiente que ofereça boa qualidade de vida – isso inclui toda a hierarquia das necessidades. A exigência básica é a habilidade de viver em segurança, com uma vida saudável e produtiva em harmonia com a natureza e com os valores locais culturais e espirituais.

Para tanto é necessária a eqüidade social e econômica entre os indivíduos, tanto quanto entre comunidades, nações e gerações. Esta constatação conduziu ao conceito dos três pilares do desenvolvimento sustentável – pessoas individuais (desenvolvimento social), o planeta (proteção dos mecanismos ecológicos) e a prosperidade das pessoas e nações (desenvolvimento econômico).

Como se verá adiante nesta seção, outras definições foram propostas mostrando que não existe um entendimento preciso sobre a expressão "sustentabilidade". O termo é usado em diferentes contextos, sendo normalmente definido por cada comunidade, baseando-se em seus interesses, necessidades e cultura. Não obstante, todas reconhecem que questões econômicas, ambientais e sociais são interdependentes e integradas.

Desenvolvimento Sustentável

Segundo o Centro Ambiental Regional Para A Europa Central E Oriental (REC, s.d.) o entendimento para desenvolvimento sustentável vai além dos limites da ciência e do desenvolvimento de negócio e do comércio, incluindo o desenvolvimento humano e a consideração dos valores e das diferenças culturais dos povos e nações. Neste caso, muitas organizações estão se referindo ao desenvolvimento sustentável humano em oposição ao desenvolvimento sustentável, para enfatizar temas importantes da igualdade, da participação em processos de tomada de decisão e do acesso à educação e à saúde. Portanto, os três elementos centrais do conceito de desenvolvimento sustentável são os aspectos sociais, os aspectos ambientais e os aspectos econômicos.

A definição mais extensamente conhecida de desenvolvimento sustentável vem da Comissão *Brundtland* – CMMAD (1988), que definiu o desenvolvimento sustentável como o "desenvolvimento que atenda as necessidades do presente sem comprometer a habilidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades".

Em muitas localidades dos Estados Unidos o termo "desenvolvimento sustentável" tem sido substituído por "comunidade sustentável" ou "cidade sustentável", devido ao fato de que a expressão "desenvolvimento" enfatizaria o aspecto econômico, além de trazer, em si, a conotação negativa de sua associação aos países em desenvolvimento. Outro motivo deve-se ao não reconhecimento explícito, pela expressão desenvolvimento sustentável, da importância da comunidade local.

Assentamentos Humanos Sustentáveis

Se um assentamento pode ser declarado, ou não, sustentável, depende da interação de quatro padrões diferentes:

- estrutura física: como o assentamento se comporta no ambiente natural e responde, conseqüentemente, à topografia; o relacionamento espacial entre as diferentes partes da cidade; e a forma do ambiente construído;

- padrões de utilização: os formados pela maneira que os assentamentos usam seus recursos e quais são os descritos pela infraestrutura e pelos serviços fornecidos;
- padrões sociais: como as pessoas vivem, aprendem e trabalham e se relacionam nos assentamentos, e as oportunidades fornecidas pelos assentamentos para encontrar estas necessidades sociais;
- padrões operacionais: como o assentamento funciona e é controlado.

Sustentabilidade Urbana

A sustentabilidade urbana é o processo mais amplo de criação de sustentabilidade dos assentamentos humanos, especialmente entre cidades. Isto inclui a construção sustentável e também a criação dos sistemas institucionais, sociais e econômicos que suportam o desenvolvimento sustentável. As sete dimensões essenciais da sustentabilidade urbana podem ser descritas como:

- economia urbana sustentável, que fornece o trabalho e a riqueza;
- sociedade urbana sustentável, com coerência social e solidariedade social;
- abrigo urbano sustentável, que fornece habitações adequadas;
- ambiente urbano sustentável, com ecossistemas estáveis;
- acesso urbano sustentável, através da mobilidade de recursos conservados;
- vida urbana sustentável – a cidade viável; e
- democracia urbana sustentável, através dos poderes dos cidadãos.

Assim, como se vê, a sustentabilidade urbana é uma questão multi-dimensional, demandando uma aproximação sistêmica.

Uma vez assentados os entendimentos e as abrangências dos conceitos que lhe são associados, passa-se a abordar o tema das cidades sustentáveis.

As cidades tornaram-se os pontos focais como principais consumidoras e distribuidoras de bens e serviços. Entretanto, muitas cidades tendem a ser grandes consumidores de bens e serviços, enquanto drenam recursos fora das regiões externas das quais dependem. Em conseqüência das dependências crescentes do consumo dos recursos e do crescimento do comércio, os impactos ecológicos das cidades vão além de suas posições geográficas. Neste caso é forçoso reconhecer que o conceito do desenvolvimento sustentável é envolvente.

Para ser sustentável a cidade não deve exceder a capacidade de suporte das regiões locais e, até mesmo distantes. Com efeito, como as cidades dependem da oferta de recursos naturais e de bens e serviços de regiões distantes, tem-se que a sustentabilidade no nível local não assegura a sustentabilidade no nível global. Em outras palavras, há necessidade de uma articulação entre a sustentabilidade local e global, que se torna mais relevante se o processo de urbanização é compreendido em uma perspectiva de longo prazo.

Cidade sustentável é aquela que consegue equilibrar, em longo prazo, o progresso econômico, ambiental e sócio-cultural, por intermédio de mecanismos de ativa participação de cidadãos.

ALBERTI (1997) considera que para a cidade ser sustentável torna-se necessário atuar nas dimensões econômica, política, ecológica, social e espacial, através de instrumentos de gestão, planejamento e política. Desse modo propõe:

- uma gestão mais eficiente do ambiente urbano, através da redução do consumo de recursos naturais por unidade de *output*, dentro de princípios de sustentabilidade;
- um adequado planejamento de uso do solo nas áreas urbanas e periurbanas, evitando a ocupação de áreas sensíveis e procurando-se atingir um maior equilíbrio entre os usos de maior e menor densidade;
- a adoção de políticas que gerem um acesso mais eqüitativo aos serviços urbanos.

O Quadro 02, apresentado na página seguinte, qualifica alguns elementos da cidade, segundo os critérios “mais sustentável” e “menos sustentável”.

Quadro 02 – Qualificação dos Elementos das Cidades

Elementos	mais sustentável	menos sustentável
Formas Residenciais	formas compactas de desenvolvimento residencial.	baixa densidade e desenvolvimento residencial espalhado.
Uso do Solo	misto; repouso, trabalho e compras, nas proximidades.	segregação de usos: repouso, trabalho e compras separados em intervalos ou em concentrações uniformes.
Emprego	baseado em instrução e habilidades específicas.	baseado em poluição do ambiente ou uso de recurso não-renovável.
Transporte	a pé, bicicleta e pelo trânsito.	dependência pesada de carros particulares.
Fonte de Energia	vento e energia solar.	energia térmica e nuclear.
Tratamento de Esgoto	tratamento terciário; uso de meios naturais no tratamento.	Descarga em corpos ou em água corrente; esgoto não tratado ou com nível baixo de tratamento.
Drenagem Urbana	proteção e uso de sistemas hidrológicos naturais.	superfícies pavimentadas/ impermeabilizadas, que impedem a infiltração; cursos de água naturais canalizados.
Áreas Naturais	espaços abertos; proteção de sub-bacias, florestas, vales, córregos, habitat, etc..	destruição da paisagem natural; parque "manicurados" com espécies exóticas; uso pesado de produtos químicos, fertilizantes, herbicidas e pesticidas.
Gestão de Resíduos Urbanos	redução do desperdício; recuperação, reuso e reciclagem dos resíduos.	Aterros Sanitários e incineradores.

Fonte: RICHARDSON, 1999.

Em seguida são apresentadas quatro definições associadas a cidades sustentáveis, as quais, em conjunto, abordam as múltiplas dimensões abrangidas pelo conceito. São elas:

a) "Desenvolvimento de comunidades sustentáveis é a habilidade de fazer escolhas de desenvolvimento com respeito à relação entre os três Es - economia, ecologia e eqüidade:

- economia - a atividade econômica deverá servir ao bem comum, ser auto-renovável, construída localmente e ser autoconfiante;
- ecologia - os seres humanos fazem parte da natureza, a natureza tem limites e as comunidades são responsáveis pela proteção e construção dos bens naturais;
- eqüidade - a oportunidade para a participação de todas as atividades, benefícios e tomadas de decisão de uma sociedade". (Mountain Association for Community Economic Development (MACED) apud REC, s.d.).

b) "Uma comunidade sustentável é aquela na qual a melhoria na qualidade de vida humana é alcançada em harmonia com a melhoria e manutenção da saúde dos sistemas ecológicos; e onde a saúde da economia industrial suporta a qualidade dos sistemas humanos e ecológicos" (INDIGO DEVELOPMENT apud REC, s.d.).

c) "Melhoria da qualidade de vida na cidade, incluindo componentes ecológico, cultural, político, institucional, social e econômico sem sobrecarregar as gerações futuras. Uma sobrecarga a qual é resultado de uma redução do capital natural e um excessivo débito local. Nosso objetivo é que o princípio de fluxo, que é baseado sobre um equilíbrio de matéria e energia, e também entrada/saída financeira, jogue um papel crucial em todas as decisões futuras sobre o desenvolvimento de áreas urbanas" (CONFERÊNCIA URBAN 21 apud REC, s.d.).

d) "Comunidades sustentáveis são definidas como cidades que têm dado passos para permanecer saudáveis sobre o longo prazo. Comunidades sustentáveis têm um forte sentido de lugar. Elas têm uma visão que é abarcada e ativamente promovida por todos os setores chaves da sociedade, incluindo negociantes, excluídos, ambientalistas, associações civis, agências governamentais em organizações religiosas. Eles são lugares que constroem seus bens e desafiam para ser inovadores. Essas comunidades valorizam ecossistemas saudáveis, uso eficiente de recursos e procuram ativamente conservar e melhorar uma economia baseada localmente. Há um difundido espírito voluntário que é recompensado por resultados concretos. Parceria entre governos e entre governo, setor de negócios e organizações sem fins lucrativos são comuns. Debate público nessas comunidades é atrativo e, inclusive, construtivo. Diferentemente de abordagens de desenvolvimento em comunidades tradicionais, estratégias de sustentabilidade enfatizam: a comunidade como um todo (no lugar de desvantagens de vizinhança); proteção de ecossistemas; significativa e "broad-based" participação dos cidadãos; e autoconfiança econômica" (INSTITUTE FOR SUSTAINABLE COMMUNITIES apud REC, s.d.).

1.2.2 Ações para a Sustentabilidade Urbana

Muitos dos problemas que as comunidades estão enfrentando não podem ser resolvidos pela adoção de uma abordagem tradicional. Notadamente os problemas ambientais desencadeados nas cidades que, sem dúvida, representam uma grande parcela dos problemas ambientais globais que passaram a ser reconhecidos. Estas questões globais constituíram-se em foco de discussões em conferências internacionais e no objeto de planos, programas e projetos. Com efeito, comunidades no mundo inteiro estão cada vez mais desenvolvendo projetos sustentáveis e adotando práticas mais sustentáveis, face a essas questões, nos níveis local, regional, nacional e global.

O exemplo mais marcante é, indubitavelmente, a Agenda 21, adotada na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) realizada no Rio de Janeiro em 1992 (também conhecida por ECO-92). A Agenda 21 representa um

amplo programa de ação a ser implementado globalmente, nacionalmente e localmente pela ONU, governos, agências de desenvolvimento e grupos setoriais independentes, em cada área onde a atividade humana modifique o meio ambiente.

A Agenda tem a finalidade de colocar em prática os vinte e sete princípios contidos na Declaração do Rio também aprovada na referida Conferência. A Agenda é composta por quatro seções, abrangendo temas relativos a – (a) dimensões econômicas e sociais; (b) conservação e gestão de recursos para o desenvolvimento; (c) fortalecimento do papel dos grupos importantes; e (d) meios de implementação. Dentro das seções encontram-se distribuídos quarenta capítulos, cento e quinze programas e, aproximadamente, duas mil e quinhentas ações a serem implementadas.

O mecanismo de controle/diligenciamento da Agenda exorta os governos a apresentarem relatórios sobre os progressos alcançados à Comissão do Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas. O primeiro relatório foi publicado em 1997, na ocasião da Rio +5. Essa conferência teve por objetivo precípuo fornecer uma revisão geral e uma avaliação da Agenda 21. O segundo relatório foi preparado para a Conferência Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável - Rio + 10 realizada em Johannesburg, em setembro de 2002.

De acordo com Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2002), após Johannesburg, verifica-se a ocorrência de expressivos avanços na forma do tratamento dado às questões ambientais por parte dos governos e da própria sociedade. Não obstante, ainda se faz presente uma visão voltada unicamente para o desenvolvimento econômico, sem integrar maiores preocupações com relação a qualidade de vida e proteção do meio ambiente.

Na Rio +10 houve uma multiplicidade de temas abordados, que acabaram conduzindo a uma certa superficialidade aos debates, perdendo o foco originalmente firmado na Eco 92, que centrava-se no desenvolvimento sustentável das nações e nos mecanismos de implementação.

Como resultados do Rio +10 foram consolidados os documentos denominados Declaração de Johannesburg e Plano de Implementação.

A Declaração é uma proposição política de compromisso com relação aos resultados alcançados na Conferência. Neste documento os governos nacionais prometem adotar o desenvolvimento sustentável em níveis local, nacional, regional e global e envolver todos os principais grupos neste processo. Segundo SPANGENBERG (2003), a declaração é uma lista vaga e sucinta de boas intenções, reafirmando o compromisso da Agenda 21. Devido ao caráter de uma declaração não inclui nenhuma demanda concreta de política, nem qualquer obrigação.

O Plano de Implementação compreende dez seções, que contém os resultados de um consenso alcançado pelos Chefes de Estado. Segundo ICLEI (2002), este consenso foi obtido após um processo difícil de negociação. O Plano tem por objetivo focar sobre ações e passos que os governos nacionais deverão tomar para lidar com a maioria das questões que nosso planeta e nossas sociedades e comunidades enfrentam atualmente (ICLEI, idem).

Segundo ICLEI (idem), este documento é extenso e inconsistente, apresentando somente poucas novas metas, recursos ou compromissos de governos nacionais. Desde que um claro caminho de ação e de cooperação em questões específicas não foi traçado, o Plano de Implementação não se constitui em um ponto de referência para governos locais ou nacionais que tenham se inspirado na Conferência para seguir uma agenda de ação.

Na seção “Fortalecimento das Estruturas Institucionais” há, contudo, um esboço de mecanismos para suportar as autoridades locais e encorajar a acelerada implementação de ações em nível local (ICLEI, idem).

Apenas para informação ao leitor, além da Agenda 21, resultaram da ECO-92 cinco outros acordos: a Declaração do Rio, a Declaração de Princípios sobre o Uso das

Florestas, o Convênio sobre a Diversidade Biológica e a Convenção sobre Mudanças Climáticas.

No que se relaciona especificamente com a sustentabilidade urbana, o Relatório da Terceira Conferência Européia sobre Centros Urbanos e Cidades Menores realizado em Hannover no ano de 2000, também conhecida como Conferência de Hannover 2000, expõe, de acordo com os resultados alcançados até aquela data, os papéis dos planos de ações da Agenda 21 Local nos países europeus, bem como os seus pontos fracos e fortes, a seguir apresentados:

- Amplamente utilizados, porém diversos - muitos centros urbanos e cidades menores criaram planos locais. Todavia, eles são diferentes em conteúdo, dificultando comparações. Assim sendo, apontam para a necessidade de se estabelecer indicadores urbanos para sustentabilidade local ou abordagens normatizadas para a avaliação;
- Em geral foram erigidos por muitas pessoas motivadas ou grupo de pessoas - em muitos centros urbanos e cidades menores a iniciativa da Agenda Local partiu dos governos locais ou de grupos de cidadãos e partes interessadas, conduzindo, em ambos os casos, a bons resultados;
- Necessidade de aplicar critério coerente de sustentabilidade - muitos planos de ação local referem-se somente a ações ambientais e há ainda uma falta de integração coerente dos aspectos econômicos e sociais aos ambientais;
- Permanece problemática a participação pública - muitos centros urbanos e cidades menores vivenciaram a participação pública como fortalecimento as suas ações. Em outras a participação ainda não é bem desenvolvida devido a desconfiança das ONGs, a ausência de legislação apropriada e a falta de experiência por parte da administração do governo local;
- Suporte regional, nacional e internacional para planos de ação local - regional e nacional níveis são fortemente requisitados por centros urbanos e centros menores para fornecer estrutura, orientação e conhecimento para os governos locais para os estabelecimento de planos de ações local. Entretanto, organismos

internacionais poderão ser requisitados para financiar projetos, caso eles encontrem um critério de sustentabilidade.

Em relação a sustentabilidade urbana e até a data de realização da Rio +10 (setembro de 2002) seis mil cidades já haviam implantado Agenda 21 Local no mundo todo. Assim, a Resolução da ONU nº 55/99, que trata dos objetivos da Conferência de Johannesburg que visava apontar caminhos para a implementação da Agenda 21, defende que esse objetivo foi lá alcançado (TEIXEIRA, 2002). Este, sem dúvida, foi um avanço significativo.

Estreitando o foco da sustentabilidade urbana para o ambiente construído são indicados, em seguida, dois programas de avaliação ambiental de edificações adotados na Noruega e na Holanda.

Com efeito, foi desenvolvido na Noruega um método simplificado de avaliação ambiental de construções intitulado "*Ecoprofile"* (ver Anexo 2), baseado em dois outros métodos anteriormente elaborados - "*Ecoprofile for Buildings*" e "*Environmental and Resource Effetive Commercial Buildings* (ERCB)". O método informa os recursos utilizados e o perfil ambiental de construções. Ele pode ser aplicado, também, para classificar as edificações (PETTERSEN, 2000).

É interessante ressaltar que o ERCB surgiu de uma iniciativa de quatro companhias de seguro, cujos resultados foram testados em vinte e quatro edificações e, em seguida, avaliados (PETTERSEN, 2000).

O método holandês de avaliação de impacto ambiental de edificações é denominado "*Design of a calculation method for the quantitative determination of the environmental impact of a building*". Mais recentemente, um software denominado "*Generic Gbtool assessment software*" foi desenvolvido no Canadá.

Mundialmente outros trabalhos foram realizados como, por exemplo, o "*Environmental Declaration of Building Materials - Introductions and guidelines for self-declaration of building materials*" desenvolvido na Noruega, no ano 2000. Ele se baseia nas normas ISO da série 14000 relativas à selo e declaração ambiental (14020, 14021, 14024) e à ciclo de vida (ver Anexo 2). O método oferece, associado à declaração ambiental, a informação quantitativa sobre o consumo de recursos e sobre o perfil ecológico dos materiais e produtos. Através da declaração, realizada pelo fabricante ou o fornecedor, o consumidor ou usuário é capaz de avaliar os possíveis impactos que possam ser atribuídos ao produto, considerando os três aspectos - consumo de recursos, impactos ambientais e impactos relacionados à saúde (riscos).

Essas declarações podem ser utilizadas para outros fins, como, por exemplo, comparar materiais e produtos, ou ainda possibilitar o levantamento de todos os impactos ambientais de uma construção, ainda na fase de projeto.

Os trabalhos nomeados anteriormente, além de outros, foram considerados como documentos relevantes para o grupo de trabalho (WG 12, intitulado *"Sustainable Building Construction"),* no âmbito do subcomitê SC3 do Comitê técnico TC 59 (*"Building Construction")* da *International Organization for Standardization* (ISO). O WG 12 tinha por objetivo elaborar propostas de normas ambientais, considerando o impacto das construções, a saber:

- Construções e Bens Construídos - Princípios Gerais para Sustentabilidade **-** criar princípios gerais para normalização no campo do desenvolvimento sustentável em construções e bens construídos individualmente e coletivamente;
- Construções e Bens Construídos - Terminologia relacionada a Sustentabilidade **- c**riar terminologia relacionada com desenvolvimento sustentável em construções e bens construídos individualmente e em coletividade;
- Construções de Edificações - Edificações Sustentáveis - Avaliação de Impactos de Construções **-** desenvolver um guia para promover o reconhecimento de ferramentas objetivas e métodos de avaliação de impactos ambientais nas construções;

- Construção de Edificações - Edificações Sustentáveis - Declaração Ambiental de Produtos das Construções - desenvolver um guia para promover uma metodologia objetiva para declaração ambiental de materiais de construção e produtos;
- Construção de Edificações - Edificações Sustentáveis - Indicadores de Sustentabilidade - desenvolver um guia para indicadores de sustentabilidade para o ambiente construído e para os processos de construção, com referência a uma estrutura delineada.

Todavia, tais propostas de norma não foram ainda elevados à categoria de norma ISO.

O leitor interessado poderá achar no Apêndice 9.2 uma listagem das Iniciativas para a Sustentabilidade Urbana – Agenda Internacional.

Ações Realizadas no Brasil

A Agenda 21 Brasileira teve seus trabalhos iniciados em 1997, cinco anos após a ECO-92. A Agenda constituía-se em um compromisso com outros cento e setenta e nove países, de elaborar um Plano Estratégico de Desenvolvimento, adotando o modelo de desenvolvimento sustentável (BEZERRA, 2000).

A Agenda 21 – BR, além de um instrumento para implementação do desenvolvimento sustentável, é um plano estratégico, isto é, um plano de ação. A Agenda trabalha com a idéia de identificação de entraves (ameaça e fragmentos), com foco no objetivo de propor um plano organizado segundo estratégias, programas e projetos, estes últimos pactuados, de fato, entre os diferentes atores da sociedade (BEZERRA, idem).

A consulta nacional desencadeada pela CPDS (Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional) passou por diferentes fases: consulta temática (em 1999), consulta aos estados da federação (em 2000) e encontros

regionais (em 2001), envolvendo os diferentes atores governamentais e da sociedade civil (BRASIL, 2002a).

A metodologia de trabalho aprovada pela CPDS selecionou as áreas temáticas e determinou a forma de consulta e construção do documento Agenda 21 Brasileira. A escolha dos temas centrais foi feita de forma a abarcar a complexidade do país e suas regiões dentro do conceito da sustentabilidade ampliada. Foram seis eixos temáticos: (1) Agricultura sustentável; (2) Cidades sustentáveis; (3) Infra-estrutura e Integração regional; (4) Gestão dos recursos naturais; (5) Redução das desigualdades sociais; e (6) Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Sustentável (BRASIL, idem).

O lançamento da Agenda 21 - BR, se deu em junho de 2002 finalizando a fase de elaboração e marcando o início do processo de sua implementação, o que, já se antecipava, constituir-se-ia em um grande desafio para sociedade e governo.

A Agenda, por não ser um acordo internacional legalmente vinculante (*hard law*) – razão pela qual alguns a considerem como um instrumento frágil, não foi objeto de apropriação exclusiva do Governo Federal. Isso possibilitou que outros níveis de governo – Estados e Municípios, e até organizações da sociedade civil (ONGs), se apropriassem da Agenda 21 - BR, para desenvolver projetos e ações ou que deflagrassem os processos de promulgação das Agendas 21 - Locais. Assim a Agenda 21 - Local veio a se constituir no instrumento de planejamento de, aproximadamente, cem Municípios brasileiros. (FÓRUM BRASILEIRO DE ORGANIZAÇÕES NÃO GOVERNAMENTAIS E MOVIMENTOS SOCIAIS PARA O MEIO AMBIENTE E O DESENVOLVIMENTO, 2003).

Portanto, a Agenda 21 - Local constitui-se, na realidade, em um processo de desenvolvimento de políticas visando alcance da sustentabilidade Local, cuja implementação depende diretamente da construção de parcerias entre autoridades locais e os outros setores da sociedade. Ela aborda assuntos específicos de cada local, especificando temas que estão em sua esfera de decisão.

Para que as metas da sustentabilidade sejam alcançadas existe um longo caminho a ser trilhado, que depende da sensibilização e do estágio de amadurecimento de cada comunidade na discussão de temas públicos de forma participativa. Assim, observando as diferentes experiências de Agenda 21 no Brasil pode-se identificar diferentes estágios: (a) o da sensibilização, capacitação e institucionalização do processo da Agenda 21, onde encontramos o maior número de experiências; (b) definição de temas e elaboração de diagnósticos, formulação de propostas e definição de meios de implementação; (c) estágio da implementação propriamente dito (BRASIL, s.d.a).

Logo após a realização da ECO-92, a Prefeitura Municipal de São Paulo iniciou a elaboração da Agenda 21 Local através da constituição de um grupo de trabalho composto por entidades da sociedade civil e pelo poder público. Em outubro de 1993, foram criadas, simultaneamente através da mesma Lei Municipal, a Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente (SVMA) e o Conselho Municipal do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (CADES), que passaram a ser instâncias responsáveis pela elaboração da Agenda 21 Local do Município de São Paulo (BRASIL, s.d.b).

A construção da Agenda 21 Local de Santos (São Paulo) desenvolveu-se a partir do Programa Comunidade Modelo, promovido pelo ICLEI (Conselho Internacional de Iniciativas Ambientais Locais) em 1994. Este programa envolveu quatorze cidades em todo o mundo, sendo Santos a única cidade brasileira escolhida para participar. Apesar do pioneirismo em relação a construção da Agenda, os trabalhos desenvolvidos se interromperam na fase de mobilização e conscientização da sociedade santista. Está sendo elaborada uma estratégia de motivação dos integrantes do Grupo de Sustentação para que voltem a participar do processo de construção da Agenda 21 Local (BRASIL, idem).

O processo de construção da Agenda 21 do Vale do Ribeira (abrange as regiões de São Paulo e Paraná) iniciou-se através do seminário “Plataforma Ambiental Mínima para o Desenvolvimento Sustentável do Vale do Ribeira”, realizado em São Paulo, em dezembro de 1995. O documento, produto do seminário, serviu de base para discussões intersetoriais e dele constam as várias reivindicações das ONGs e movimentos sociais,

que foram agrupadas em dez grupos e temas: (1) Incentivo à produção sustentável e ao escoamento dos produtos; (2) Ciência, geração e difusão de tecnologias e serviços de extensão rural, acadêmica, cultural e outros; (3) Ecoturismo: as cidades e o campo; (4) Programas de saúde; (5) Transporte e comunicação; (6) Agentes sociais e mecanismos de participação; (7) Organizacional; (8) Fortalecimento institucional e políticas de fomento, financiamento e de formação de parcerias; (9) Águas; e (10) energia (BRASIL, idem).

Em 1995 o governo do Estado de Minas Gerais, em parceria com a Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais – FIEMG, promoveu seminário sobre Economia e Meio Ambiente, precedido por três meses de reuniões com dezenas de representantes do governo, de entidades civis e do setor empresarial. Desse seminário surgiu o documento Proposta para a Agenda 21 de Minas Gerais. Os princípios da Agenda 21 foram incorporados ao Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado –PMDI, referente ao período 1999-2000 e ao Plano Plurianual de Ações do Governo – PPAG, nos quais a sustentabilidde e a participação popular foram considerados prioridades pelo governo do Estado (BRASIL, s.d.c).

Vitória concluiu a Agenda 21 Local, em 1996, e o documento ficou conhecido como “Vitória do Futuro – Plano Estratégico da Cidade 1996-2010 – Agenda 21 Local”, que coloca o conceito de Desenvolvimento Sustentável como centro da discussão de todas as estratégias e projetos para a cidade. O marco do início do processo de elaboração foi a constituição do Conselho Municipal Vitória do Futuro, do qual participaram trezentos e cinqüenta membros, entre eles líderes comunitários, presidentes de associações de moradores, vereadores, representantes de sindicatos e associações, líderes religiosos, acadêmicos representantes das universidades, personalidades e formadores de opinião, representantes das principais empresas, assim como técnicos e funcionários da Prefeitura de Vitória e do Governo Estadual (BRASIL, s.d.d).

A metodologia utilizada no processo de elaboração da agenda contou com dois cenários para a cidade: “O Caminhar do Caranguejo” – cenário inercial, que indica o que poderia ocorrer caso a cidade não tomasse as decisões necessárias para superar os fragmentos e ameaças explicitadas no diagnóstico da situação da cidade; e “O Salto do Marlin Azul”

– cenário desejável, a cidade resolvendo os seus problemas atuais e tomando as medidas necessárias para evitar problemas futuros identificados no primeiro cenário e indicando novas oportunidades (BRASIL, idem).

Da discussão dos dois cenários resultaram sessenta e oito estratégias e cento e trinta projetos a serem realizados até 2010. A estrutura final do documento ficou em quatro capítulos: *Como está Vitória* –apresenta o diagnóstico da cidade; *Como planejar o futuro de Vitória* – metodologia; *Para onde vai Vitória* – cenários; e *Que esforços deve realizar Vitória* – estratégias e projetos (BRASIL, idem).

Em 1997 o Governo do Estado de Rondônia buscou o Banco Mundial para discutir alternativas. Dessa consulta resultou a realização do primeiro planejamento para o desenvolvimento sustentável do Estado, - o Projeto Úmidas. Este projeto foi desenvolvido e elaborado pela equipe do Centro de Desenvolvimento Sustentável de Brasília (UnB). O Projeto Úmidas utilizou-se de metodologia semelhante à sugerida pela Agenda 21 Global, isto é, envolveu a sociedade e seus diversos setores nos debates e, posteriormente, na construção dos consensos que definiram os projetos de curto, médio e longo prazos. Dos diagnósticos foram montados dois tipos de cenários: o tendencial (globalização e competitividade, distribuição e crise) e o desejado (consultas, expectativa social e demandas de segmentos específicos da sociedade). Esses cenários foram formulados tendo como referência os Cenários Exploratórios para o Brasil 2020, formulados pela Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República – SAE (BRASIL, s.d.e).

A publicação do Decreto Estadual nº 26.270,de 05.05.99, que criou o Grupo Executivo da Agenda 21, marcou o início dos trabalhos referentes à elaboração da Agenda 21 Estadual do Rio de Janeiro (BRASIL, s.d.f).

O primeiro evento promovido (dezembro de 1999) foi a realização da I Conferência Estadual da Agenda 21 Estadual. Durante a conferência foram apresentadas algumas experiências da Agenda 21 em curso, em alguns Municípios fluminenses foram debatidos alguns temas relacionados à implementação da Agenda e a criação do Fórum

de Prefeituras para a Agenda 21, onde foram reunidos representantes da sociedade civil, do setor produtivo e acadêmico, além do poder público (BRASIL, idem).

O processo de elaboração da Agenda 21 do Estado do Maranhão iniciou-se em 1999, a partir de um grupo de voluntários da sociedade civil, do setor privado, das universidades e do governo estadual. Em 12.07.99, foi implantada oficialmente a Comissão Pró-Agenda 21 Estadual (BRASIL, s.d.g).

A agenda foi desenvolvida em sete etapas, passando por mobilização popular, seleção e aprofundamento dos temas regionais e definição dos projetos prioritários para o Estado

Foi criado o Fórum da Agenda 21 de Pernambuco, em 06.09.99, através de decreto estadual, e foi assinado um protocolo de intenções com o Ministério do Meio Ambiente (outubro de 1999) (BRASIL, s.d.h).

A Agenda 21 do Estado de Santa Catarina foi instalada e junho de 2000, durante o evento de assinatura do Protocolo de Intenções protagonizado pelo Governo e dezesseis entidades civis e empresariais catarinenses, no Dia Mundial do Meio Ambiente. O documento contem somente compromissos de consenso sobre questões abordadas a partir de uma macrovisão sócioambiental e econômica, que poderá chegar até o nível de projeto, quando for recomendável (BRASIL, s.d.i).

De acordo com o BRASIL (2003a), as experiências nacionais, considerando-se um nível macro regional, encontram-se distribuídas como apresentado no Quadro 03 e Figura 02.

Quadro 03 – Agenda 21 Local – Experiência Brasileira

Região	Propostas de Agenda 21
Nordeste	89
Sudeste	71
Sul	29
Centro-Oeste	20
Norte	16
Total	225

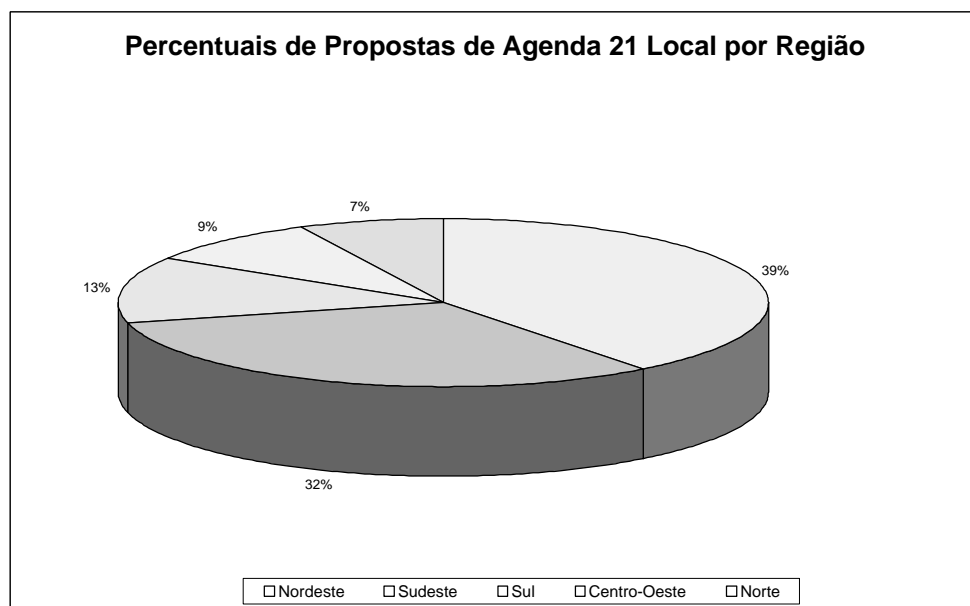
Fonte: BRASIL, 2003a.

Fonte: BRASIL, 2003a.

Figura 02 – Agenda 21 Local – Distribuição por Regiões Brasileiras

O Programa Agenda 21 do MMA (incluído no Plano Plurianual de 2004-2007 do Governo Federal) tem o objetivo de "promover a internalização dos princípios da Agenda 21 na formulação e implementação de Políticas Públicas..." (BRASIL, 2003b).

Talvez, dentre todas as recentes ações governamentais que visem a sustentabilidade urbana, a que mais se destaca é a criação do Ministério das Cidades que tem por missão *"promover a inclusão social mediante a articulação, a implantação e a implementação – em parceria com todas as Esferas do Poder público e com a sociedade – de programas e ações destinadas a universalizar o acesso da população urbana à habitação digna, ao saneamento ambiental e à mobilidade que é dada pelo trânsito e transporte público"* (BRASIL, 2003c).

A criação do Ministério representa um grande marco da importância dada ao tratamento das questões relacionadas as cidades que, do ponto de vista ambiental, passaram a representar parcela significativa da crise da sustentabilidade global, considerando-se que hoje mais da metade da população do planeta vive em áreas urbanas. Esta situação materializa-se também no Brasil. Segundo o Censo 2000, apesar de controvérsias

explicitadas no início do Capítulo 1, as cidades brasileiras abrigam a maioria da população.

Pelo exposto as ações deste Ministério centram-se fundamentalmente nas questões de habitação, saneamento ambiental e mobilidade, partindo do pressuposto que esses são problemas prementes a serem solucionados nas cidades brasileiras. Indubitavelmente as melhorias alcançadas com tais ações irão repercutir na melhoria da qualidade ambiental de nossas cidades.

1.2.3 Planejamento e Gestão Urbana Sustentável

A gestão sustentável das cidades supõe ferramentas que respondam as preocupações ecológicas, sociais e econômicas.

Segundo o primeiro relatório do DG XI da COMISSÃO EUROPÉIA SOBRE CIDADES SUSTENTÁVEIS (CE, 1996a), tais ferramentas podem ser classificadas em quatro principais grupos, a saber:

1. formulação, integração e implementação de políticas ambientais locais;
2. colaboração e associação;
3. mecanismos de mercado;
4. quantificação dos impactos e sucessos da sustentabilidade.

Formulação, integração e implementação de políticas ambientais locais

O primeiro e maior grupo de ferramentas para a gestão ambiental urbana sustentável compreende aquelas que ajudam a cidade a estabelecer um conjunto de objetivos globais, ao mesmo tempo em que a perseguição dos objetivos setoriais esteja firmemente estabelecida. Elas são:

- declarações ambientais (para as grandes cidades) - uma declaração da autoridade local, considerando-se valores e objetivos;
- estratégias ou planos de ações ambientais (para as grandes cidades) - a conversão da declaração de responsabilidade ambiental em ações requer o estabelecimento de uma estratégia ou um plano de ação contendo: objetivos e metas, declaração clara de responsabilidades, detalhes de como a estratégia deve ser implementada em termos de força legal, recursos de finanças e de equipe de trabalho, cronograma para implementação e arranjos para monitoramento do progresso ;
- planos ambientais integrados - o projeto de estratégias e planos de ações ambientais para grandes cidades pode ser ampliado através de aplicações explicitas de princípios ecossistêmicos, assim como no desenvolvimento de planos ambientais integrados;
- orçamento ambiental para grandes cidades - idéias como capital natural e capacidade de suporte sempre faz em uso de linguagem ou conceitos de contabilidade. O orçamento ambiental desenvolve essa metáfora em uma prática ferramenta de gestão ambiental. Técnicas de contabilidade financeira podem ajudar a cidade a gerir sua riqueza, receitas e despesas ambientais com o mesmo cuidado e prudência que gere seus recursos financeiros;
- sistema de gestão ambiental - normatizações para a preparação e a implementação de estratégias ambientais são fornecidas por sistemas de gestão ambiental como as EMA (*Eco-Management and Audit Scheme* da Comunidade Européia), que especificam procedimentos e níveis de desempenhos a serem alcançados;
- avaliação de impacto ambiental - a avaliação de impacto ambiental significa a avaliação prévia dos possíveis efeitos de uma nova atividade a ser implantada sobre o meio ambiente;
- avaliação ambiental estratégica - avaliações estendidas a planos, programas e políticas. Pode ser considerada como parte do processo de projeto de uma política.

Colaboração e associação

O segundo grupo de ferramentas estimula a colaboração e a associação entre diferentes interesses e organizações. Isto é essencial visto que reduz a tendência de organizações individuais e agências prosseguirem suas próprias agendas de forma isolada do grande interesse público. Ao mesmo tempo possibilita a resolução dos problemas, através das ações coordenadas, por um grande número de atores ou agências. As ferramentas são:

- educação profissional, treinamento e valorização - para se alcançar a sustentabilidade é necessário aumentar o conhecimento e a competência da equipe da Autoridade Local com relação aos aspectos ambientais envolvidos em seus trabalhos. Assim, é apropriado dar grande prioridade ao treinamento;
- consulta à comunidade, bem como sua participação - todos os grupos em uma sociedade precisam ter voz para tomar parte no processo de decisório, a fim de determinar o que é necessário para a geracionalização dos conceitos do desenvolvimento sustentável, bem como trabalhar nessa direção. Os mecanismos de consulta incluem fóruns ambientais, "*working groups*", suporte para programas ambientais comunitários, etc;
- associação formal entre as autoridades locais e outras agências - como as ações necessárias são diversas, é demandada a cooperação entre um grande número de atores e agências.

Mecanismos de mercado

O terceiro grupo de ferramentas para gestão de cidades sustentáveis é composto daquelas que permitem conciliar o uso de mecanismos de mercado com os requisitos de sustentabilidade. As ferramentas são:

- taxas ambientais locais – as autoridades Ambientais Locais podem valer-se do uso de taxação sobre atividades ambientalmente indesejáveis. Um modo eficaz

de combinar a cobrança de taxas ambientais com ações promotoras de mudanças comportamentais é aplicar o valor recebido em medidas destinadas a reduzir o dano ambiental relativo à atividade desenvolvida;

- estrutura de formação de preços - freqüentemente não dá nenhum incentivo ou até desencoraja o comportamento sustentável. Por exemplo: taxas para serviços residenciais, como abastecimento de água ou coleta de lixo, não dão qualquer incentivo para o usuário conservar recursos. Assim o comportamento sustentável pode ser mais atrativo através da mudança da estrutura de formação de preços, a fim de assegurar que a redução de impactos ambientais sempre seja associada a redução de preços de serviços, fazendo com que opções sustentáveis sejam mais baratas;
- controle de utilidades - em muitos Estados dos EUA, as normas reguladoras permitem às empresas de gás e eletricidade taxar os consumidores somente nos casos nos quais os gastos de investimento que possam ser comprovados como correspondentes ao modo mais eficiente de responder a demanda. Em muitos casos, é mais barato para empresa distribuidora, por exemplo, reduzir a demanda através da venda ou de outras medidas de poupança de energia do que encontrar demanda para a construção de uma nova unidade de geração de energia. Nesses casos o regulador não irá permitir a empresa repassar ao consumidor o custo da construção da unidade, fazendo com que automaticamente essas adotem programas de conservação de energia;
- aprovação de investimentos – utilização do método de tempo expandido para aprovação de gastos de investimentos, correspondentes a vida inteira do bem. Como o próprio nome sugere baseia-se na idéia de obter-se a melhor razão de custo-benefício, estimado sobre o valor presente da vida inteira do bem. Essa prática, quando adotada, resulta em uma aquisição mais íntima de bens de capital, tais como as edificações e os equipamentos;
- considerações ambientais durante a elaboração de orçamentos - processos de aprovação de projetos e orçamentos precisam reconhecer custos e benefícios que vão além dos interesses individuais ou funcionais. Ex: decisões relativas a manutenção de pequenas escolas poderão não ser tomadas puramente

considerando-se o atendimento do serviço desejado, mas também levando em conta implicações sociais e ambientais;

- considerações ambientais no processo de compra e venda - quando a Autoridade Local compra bens ou obtém serviços por intermédio de um contrato comercial ou um processo de venda, incluindo critérios ambientais nas especificações do produto ou serviço.

Quantificação dos impactos e sucessos da sustentabilidade

O quarto grupo de ferramentas para a gestão da sustentabilidade urbana é composto daquelas que compatibilizam a busca de objetivos políticos quantificáveis, assim como as medidas de sucesso com o propósito da sustentabilidade. A chave para essa conciliação se dá através do uso de indicadores de sustentabilidade – instrumento para avaliar o estado da qualidade do meio ambiente e medir o desempenho ambiental, além de avaliar o progresso em direção ao desenvolvimento sustentável. Os indicadores da sustentabilidade podem ser empregados na escala internacional, regional e local. A escolha dos indicadores nunca é puramente técnica, mas, sempre, uma escolha política com importantes conseqüências. Portanto, é imprescindível a participação pública na discussão dos indicadores. As ferramentas são:

- indicadores de disponibilidade de estilos de vida compatíveis com a sustentabilidade – categoria de indicadores sociais que permite a conciliação da sustentabilidade física com o bem-estar social. Mostra a propensão das pessoas em passar a adotar um estilo de vida mais sustentável;
- indicadores de desempenho para aplicação de fundos públicos - os programas de Fundos Financeiros têm amplificado o uso de indicadores de desempenho através dos quais são medidos o sucesso e a adequação com as condições do projeto ;
- indicadores de desenvolvimento sustentável - um indicador deverá ser expresso em termos que o possibilite guiar, estimular ações ou medir o sucesso de um curso de ação comparada a outra. Entretanto, esse indicador não pode apontar a

utilidade da ação. Dessa forma outros indicadores devem ser propostos para avaliar o objetivo último da ação. Esse objetivo, evidentemente, é um ambiente sustentável. Para se ter sucesso em direção ao desenvolvimento sustentável deve-se mensurar o estado do ambiente físico, assim como as mudanças para se atingir a sustentabilidade. É necessário que isto seja realizado para todos os impactos urbanos, sejam eles globais, regionais ou locais.

O uso de indicadores não é recente. Contudo, o espectro foi ampliado após o apontamento da necessidade de desenvolver indicadores de desenvolvimento sustentável nas escalas nacional e internacional, pelo capítulo 40 da Agenda XXI e considerando os aspectos sociais, econômicos e ambientais.

Segundo a metodologia desenvolvida pela OCDE, intitulada PEIR (Pressão-Estado-Impacto-Resposta), os indicadores de desenvolvimento sustentável podem ser classificados em:

- Indicador de Pressão - leva em consideração a pressão exercida pelas atividades humanas sobre o meio ambiente. Exemplo: emissão de CO_2 na atmosfera;
- Indicador de Estado - oferece uma descrição da situação ambiental, sendo por isso conhecido como indicador de condição ambiental. Exemplo: concentração de nitrato nos corpos d'água;
- Indicador de Impacto - mede o efeito produzido pelo estado do meio ambiente sobre diferentes aspectos como a qualidade de vida e a saúde humana, sobre o próprio meio ambiente, sobre o ambiente construído e sobre a economia urbana local;
- Indicador de Resposta - permite avaliar os esforços engendrados para solucionar um problema ambiental. Exemplo: recursos financeiros destinados à despoluição do solo.

Segundo TEIXEIRA (1998), os indicadores de sustentabilidade citados podem ser utilizados para a mensuração do desempenho ambiental, a integração das questões ambientais com as políticas setoriais, a integração das questões econômicas e ambientais no processo de decisão, e no relatório sobre o estado do meio ambiente.

As cidades que apresentam substanciais impactos sobre os limites da capacidade suporte local, regional e global como conseqüência da grande concentração de atividades, podem se valer das ferramentas de planejamento e gestão ambiental, a fim de orientar e auxiliar os planejadores no processo de tomada de decisão, na formulação de estratégias de planejamento urbano, na identificação de problemas urbanos, na avaliação de diferenças regionais e na seleção de prioridades, além de fornecer uma base para monitorar a efetividade de políticas de planejamento.

A seleção de indicadores ambientais para o ambiente urbano perpassa pelos principais problemas ambientais verificados, fundamentando-se sobre áreas temáticas, tais como: atmosfera, água, solos, ruído, vibrações, etc. Entretanto, esses temas variam em função da hierarquização desses problemas, assim como disponibilidade de dados primários.

Entre as conseqüências ambientais dos processos de desenvolvimento e de expansão das cidades destaca-se o caráter de promotores de muitos danos ambientais. Com efeito as cidades – principais locais de produção, consumo e de concentração de atividades – são também fonte e local de muitos danos ambientais.

As cidades passaram a ser responsáveis por uma significativa parcela da crise da sustentabilidade global. Principalmente as metrópoles dos países em desenvolvimento, que vêm sofrendo grande deterioração ambiental, em função da utilização de tecnologias ultrapassadas e poluidoras, das precárias condições de moradias, da proliferação de assentamentos ilegais em áreas de risco, associadas aos efluentes sólidos, líquidos e gasosos produzidos pelas atividades industriais, residências e outros, que não são reintegradas com a mesma velocidade com que são produzidos, diferenciando, assim, as cidades dos ecossistemas naturais (PACHECO *et al*, 1992).

O Capítulo 2 seguinte, intitulado POLUIÇÃO SONORA URBANA, descreve e caracteriza o tipo de poluição – aquela pela propagação e recepção do ruído – tendo como pano de fundo a cidade descrita por PACHECO *et al* (idem).

2. POLUIÇÃO SONORA URBANA

Ao contrário de outros modos de poluição, nos quais efluentes das atividades antropogênicas, na quase totalidade, são gerados e deixados vazar para o ambiente na forma de matéria, podendo causar danos aos ecossistemas, os efluentes que causam a poluição sonora estão na forma de energia e, geralmente, permanecem por curtos períodos de tempo nos ecossistemas.

Apesar da quantidade de energia dissipada pelas ondas sonoras ser reduzida quando comparada a outras formas de energia, da ordem de alguns watts, pode ser percebida pelo ser humano e pelos animais, em função da grande suscetibilidade auditiva. Esta pequena quantidade de energia acústica percebida é definida como som.

Para fins de ilustração cita-se os turbo-geradores a gás de Plantas Termelétricas, cujas capacidades de geração podem ser, por exemplo, da ordem $80x10^6$ watts, enquanto que a energia sonora gerada por eles é de apenas alguns watts. Entretanto, esta pequena quantidade de energia é percebida e, eventualmente, pode provocar incômodo na população assentada a um raio de, aproximadamente, 1,0km. A Figura 03, apresentada em seguida ilustra esta relação – potência mecânica versus potência acústica.

Como pode ser visualizado na Figura 03, as linhas diagonais mostram a tendência do aumento da potência acústica com o aumento da potência mecânica, expressando a fração de potência mecânica convertida em potência acústica, em partes por milhão. Estes valores são muito pequenos, de 10^{-3} ppm para fontes de ruído aerodinâmico e abaixo de 10^{-6} ppm para algumas máquinas elétricas.

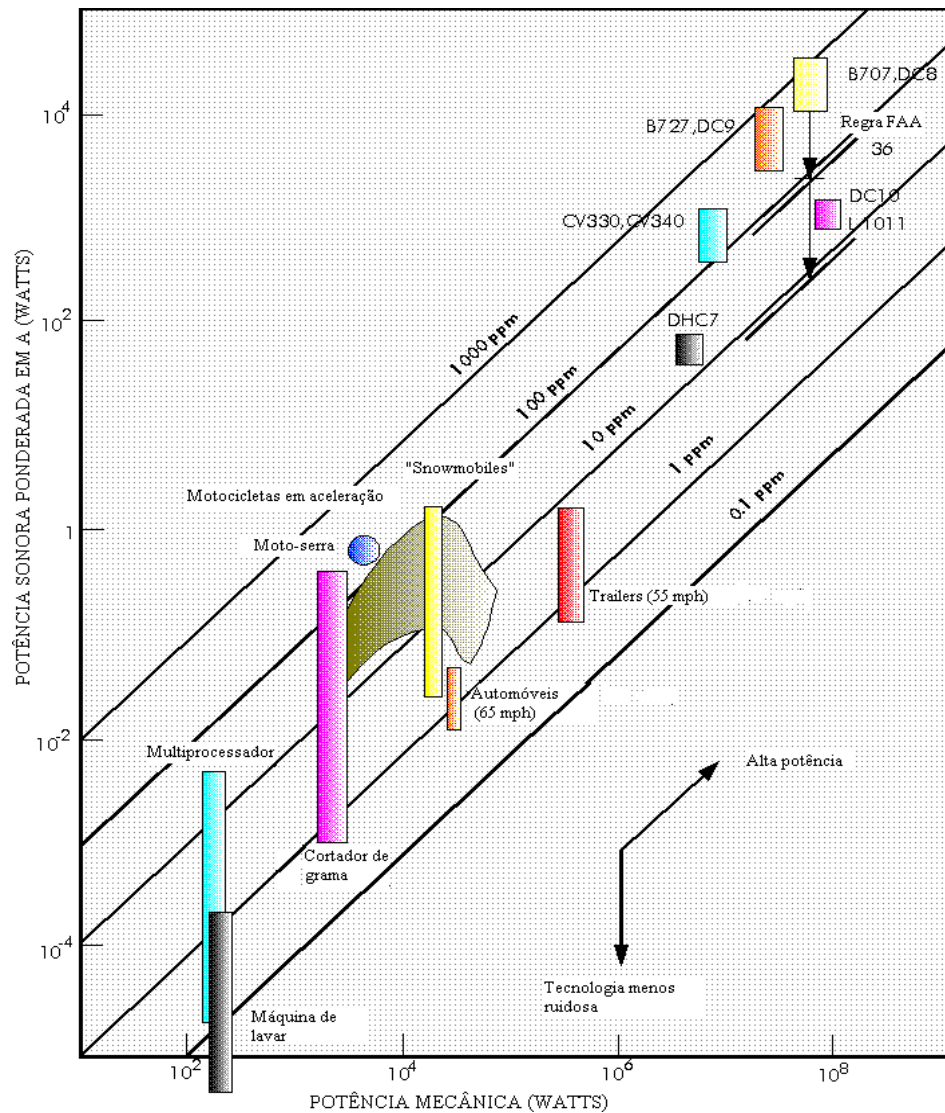
Na literatura científica, com abordagem do fenômeno físico, o som é definido como uma onda produzida pelas vibrações de um corpo ou pelo escoamento de um fluido, e que se propaga num meio elástico (sólido, gasoso ou líquido), através de pequenas flutuações de pressão, densidade e temperatura.

Fonte: SHAW, 1975.

Figura 03 – Valores estimados para Potência Sonora e Potência Mecânica

Este som físico evoca respostas fisiológicas no ouvido e no sistema auditivo que podem ser medidas, utilizando-se métodos apropriados. Entretanto, nem todas as ondas sonoras evocam respostas fisiológicas auditivas, como, por exemplo, os ultra-sons que possuem uma freqüência muito alta para excitar o sistema auditivo e, assim, evocar uma percepção sonora (TELMEDPAK, 2000). Na outra banda, os infra-sons (baixas freqüências), também não são percebidos, embora possam produzir efeitos negativos no homem.

Assim, do ponto de vista físico, não há diferenças entre o conceito de som e de ruído. Entretanto, o ser humano os distingue. Conseqüentemente não se pode definir som ou ruído exclusivamente sobre uma base de parâmetros físicos do som. Com efeito, o nível sonoro produzido por um mosquito (cerca de 30 dB(A)) é inferior àquele produzido por uma orquestra, (cerca de 90 dB(A)), podendo, mesmo assim, causar grande incômodo. (RUST, 2003).

Psicologicamente (WHO, 1999), o som é definido como uma percepção sensorial evocada por processo fisiológico na parte do cérebro relacionada com a audição. Assim padrões complexos de ondas sonoras podem ser classificados como *gestalts*[1] e rotulados como ruído, música, fala, etc. Neste contexto pode-se dizer que o ruído pertence a uma classe de som considerada indesejável.

Assim uma prática comumente adotada é definir ruído como um som indesejável. Todavia, existem situações em que uma energia sonora (som), não percebida como ruído (som indesejável), pode também produzir efeitos adversos sobre a saúde de indivíduos e populações.

Nesta Tese adota-se poluição sonora como sendo a poluição decorrente da emissão de energia sonora (em geral, ruído) que produza efeitos adversos sobre a saúde e o bem-estar dos indivíduos e das populações.

Em se tratando do espaço urbano e do homem que nele vive, o ruído emitido é aquele comumente encontrado no ambiente cotidiano e aqui denominado como ruído ambiental.

[1] Gestalts – expressão alemã equivalente à forma. Teoria da forma, psicologia “Gestalt” e psicologia da forma são termos equivalentes. A idéia central da psicologia “Gestalt” é que as propriedades de uma forma, como um todo, não podem ser derivadas pela simples soma das propriedades de suas partes individuais. Ou seja, não se pode conhecer o todo através de suas partes e sim conhecer as partes através do todo. A constituição deste todo obedece a leis da percepção (semelhança, proximidade, continuidade, pregnância, fechamento, experiência passada) que foram demonstradas para a percepção visual por psicólogos da “Gestalt”, no inicio do século XX e confirmada, em geral, para a percepção auditiva também.

Segundo WHO (1999), ruído ambiental é o ruído emitido por todas as fontes (tráfego modais rodoviário, ferroviário e aeronáutico, indústrias, construção civil, serviços públicos e vizinhança, no principal), também podendo ser chamado de ruído em comunidade, ruído doméstico e ruído residencial, com exceção do ruído produzido no ambiente de trabalho (e contido *indoor*), que é denominado ruído ocupacional.

Para este existe legislação especifica, tanto em nível internacional quanto no Brasil, no âmbito da segurança e saúde do trabalhador, totalmente dissociada daquela estabelecida para o ruído ambiental. O ruído ocupacional não se constitui em um dos objetos específicos da tese. Não obstante, porém, na realidade, o trabalhador que é submetido a altos níveis de ruído ocupacional é o homem que habita a cidade e, assim, qualquer distúrbio causado a sua saúde em função desta exposição prejudica seu convívio familiar e, num espectro maior, seu convívio social, considerando a definição da *World Health Organization* – WHO (WHO, 1999):

> "a saúde não é somente a ausência de doenças, mas um estado completo de bem-estar físico, mental e social".

O ruído de vizinhança é aquele ruído gerado principalmente a partir de fontes externas a edificação, tais como as instalações de comércio, do tipo bares e boates com música ao vivo ou gravada, templos religiosos, academias de ginástica, instalações de exaustão mecânica em estabelecimentos comerciais, etc. Estão incluídos na definição os ruídos voltados para edificação – objeto de estudo e gerados a partir de fontes internas de edificações vizinhas, tais como os sistemas de ar condicionado, casa de máquinas, *playgrounds* e aparelhos eletrodomésticos, entre outros.

A caracterização e percepção das categorias de ruído indicada anteriormente, assim como a forma que cada um deles afeta o ser humano, é um fenômeno complexo de ordem multidimensional, que depende da combinação de diversos fatores. Os fatores são: (a) as características da <u>fonte sonora</u>, e, portanto, as características físicas do ruído emitido por esta fonte; (b) as características do <u>meio</u> em que este ruído se propaga, que, por sua vez, sofre alterações devidas as condições climatológicas e ao tipo do tecido

urbano; (c) das respostas dos receptores que são atingidos por estes ruídos, que se dão segundo variáveis físicas e de naturezas subjetivas.

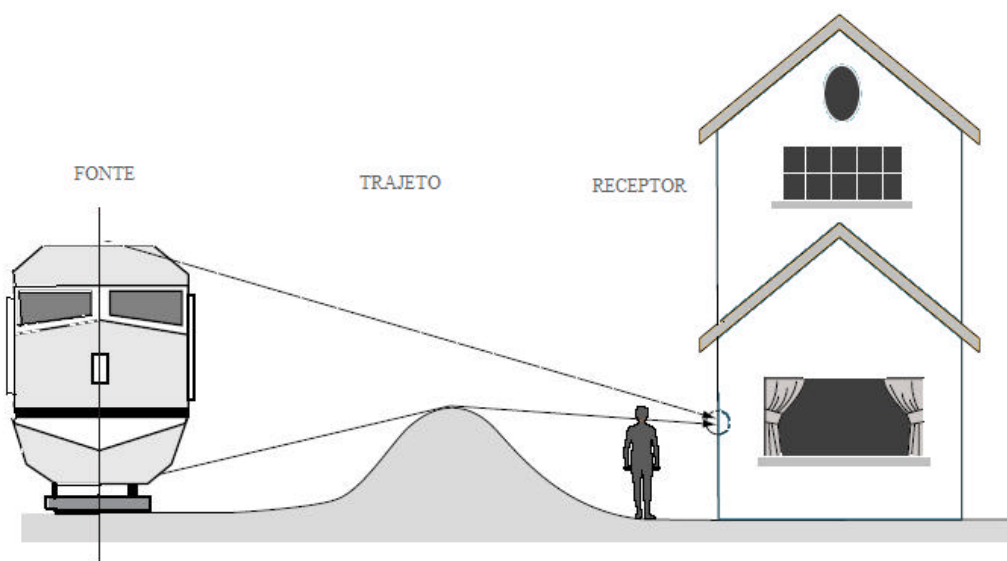
Estas características compõem o que se constitui, no cenário da poluição sonora, um modelo sistêmico da poluição sonora, o qual, aplicado ao meio urbano, pode ser representado pela Figura 04, em seguida.

Fonte: HMMH, 1995.

Figura 04 - Modelo Sistêmico da Poluição Sonora Urbana

2.1 Fontes Sonoras

As fontes sonoras são dispositivos complexos nos quais a emissão sonora se dá, basicamente, devido aos mecanismos de vibração de sólidos ou por escoamento de fluidos.

Adicionalmente cada dispositivo pode apresentar diversos regimes de funcionamento e cada regime pode ser caracterizado do ponto de vista de sua emissão sonora. Assim, por exemplo, um veículo pode circular a uma determinada velocidade em uma via, produzindo ruído devido ao funcionamento do motor (fonte) e a interação dos pneus

com a superfície da camada de pavimentação (fonte). E a cada velocidade atingida (regime) a emissão sonora pode variar. No entanto, este mesmo veículo, na condição parado (regime) emite ruído devido ao funcionamento do motor e do transporte dos gases da combustão pelo sistema de escapamento de gases.

Portanto, como se percebe, a caracterização de uma fonte sonora, sob o ponto de vista da acústica, é bastante complexa. Para tanto são utilizadas algumas propriedades e grandezas, que são abordadas, resumidamente, na seção seguinte.

Entretanto, o leitor que desejar aprofundar estes conceitos e definições, inclusive o conhecimento das expressões matemáticas que descrevem estes fenômenos e mecanismos físicos, com análise do comportamento das variáveis em pontos singulares, deverá reportar-se ao Apêndice 9.3 – Fontes Sonoras – Propriedades.

2.1.1 Definições

Considerando as características de uma fonte sonora do ruído emitido, a primeira propriedade a ser individualizada é a potência sonora.

Define-se potência sonora como a energia sonora desprendida pela fonte referida a unidade de tempo. Utiliza-se para representá-la o nível de potência sonora (NPS) em dB.

Tomando-se com referência o turbo-gerador a gás anteriormente exemplificado, a potência de 1,0w corresponde a um nível de potência acústica de 120 dB.

O conhecimento do nível de potência sonora da fonte possibilita prever o nível de pressão sonora que poderá ser percebido em qualquer ponto afastado da fonte. Isto é, a potência sonora é um dado fundamental para a caracterização da fonte sonora, assim

como para estimar o nível de pressão sonora que alcança um dado receptor, considerando-se as características do meio em que o som irá se propagar.

Uma outra propriedade a ser considerada é a direcionalidade. Com efeito, as fontes reais, em geral, são direcionais, emitindo mais intensidade em uma dada direção do que em outra. Calcula-se o fator de diretividade (Q).

A caracterização da fonte sonora deve ser complementada através da descrição de como a energia sonora emitida se distribui no domínio das freqüências – isto é, o seu espectro.

A identificação da distribuição de energia sonora em freqüências é importante de ser realizada por duas razões. A primeira refere-se à percepção do volume e do incômodo provocado pelo ruído, que variam com a freqüência. Isto é, respectivamente, as propriedades sonoridade (ou audibilidade) (*loudness*) e a ruidosidade (*noisiness*), que, simplificadamente, conduziram à adoção do dB(A).

A análise tempo-frequência pode ser importante uma vez que a maioria dos ruídos ambientais, presentes no espaço urbano, constitui-se em uma mistura complexa de muitas diferentes freqüências, emitidas por diversas fontes. Como a distribuição da energia em função da freqüência muitas vezes varia com o tempo, impõe-se, para caracterizar as fontes, que se obtenha informações sobre as variações temporais do conteúdo espectral (freqüência x tempo) dessas fontes.

Outra questão a ser considerada é a percentagem de tempo que a fonte permanece ligada, isto é, o fator de utilização de uma fonte sonora.

Dois aspectos de natureza operacional são importantes para a caracterização das fontes e do ruído emitido. São eles o estado de conservação da fonte e o grau de desenvolvimento tecnológico incorporado ao equipamento-fonte (equipamento mais

silencioso por inovação tecnológica para a realização de uma mesma determinada tarefa).

Quanto ao princípio – envelhecimento sonoro, manifesta-se através de folgas e fissuras em chapas, além de outros defeitos mecânicos no equipamento. Ainda que seja mantido um programa de manutenção de restabelecimento da qualidade mecânica, ainda assim não é possível voltar a condição inicial, principalmente em relação aos níveis de ruído e vibração.

Quanto a questão tecnológica um exemplo de relevância para o tema da tese é a evolução dos motores à reação das aeronaves, que teve no requisito ruído (ausência de) um fator alavancador das inovações tecnológicas.

Em relação às características temporais, as fontes sonoras são classificadas como em seguida:

- fontes estacionárias, o ruído emitido não sofre grandes variações com o tempo. Por exemplo, o ruído emitido por uma Termelétrica;
- fontes não-estacionárias, o ruído emitido sofre variações com o tempo. Por exemplo: ruído de tráfego, que é flutuante, cujo nível de pressão sonora varia significativamente com o tempo (porém não impulsivamente). Existem também as fontes intermitentes, cujo ruído emitido sofre interrupções regulares ou irregulares, durante certos períodos de tempo e cujos eventos sejam superiores a 5,0 segundos.
- fontes impulsivas, o ruído emitido caracteriza-se por breves estantes, com duração, usualmente, inferior a 1,0 segundo;

Usualmente o estudo das fontes sonoras reais é realizado fazendo-se apelo a modelos simplificados dessas fontes, a partir do que, por simplificação e analogia com funções matemáticas conhecidas e menos complexas, podem ser calculados o valor de intensidade sonora (I) a uma certa distância, o nível de intensidade sonora em dB (NIS)

em ponto situado a uma determinada distância, assim como o nível de pressão sonora (NPS) em dB e o nível de potência sonora (NWS) em dB da fonte. Estes modelos simplificados constituem os conceitos de fonte pontual fixa omnidirecional (emite em todas as direções o mesmo fluxo de energia), fonte linear (as ondas sonoras se propagam a partir de uma forma linear, gerando uma série de superfícies concêntricas cilíndricas) e fontes pontuais direcionais (emite mais potência em uma dada direção do que em outra; define-se o fator Q de diretividade).

Como já se notou maiores detalhes sobre as características e propriedades das fontes sonoras podem ser buscados no Apêndice 9.3.

2.1.2 Fontes de Ruído Urbano

2.1.2.1 Tráfego Rodoviário

O ruído de tráfego rodoviário resulta da contribuição coletiva produzida por fontes individuais – veículos motores (automóveis, caminhões, ônibus e motos), que varia dependendo do tipo e do modo de operação destas fontes, como em seguida se analisa.

Os automóveis têm grande contribuição na emissão do ruído geral de tráfego devido ao elevado número em circulação, apesar do ruído gerado ser menor do que o da maioria dos outros grupos de veículos. Nos grandes centros urbanos brasileiros esta situação se verifica e provavelmente deve ser agravada, em função da predominância deste sistema de transporte sobre os demais, e da idade da composição da frota, apesar da sua crescente renovação.

Os caminhões geralmente são movidos por motores a diesel, embora os de gasolina também sejam utilizados. Uma importante característica que os difere é o processo de combustão, fazendo com que os caminhões movidos a diesel tenham maior flutuação de pressão nos cilindros, resultando em nível de ruído maior. Outra característica é que estes tipos de caminhão alcançam velocidades médias menores, o que determina uma

contribuição maior de ruído de baixa freqüência. Como o ruído de baixa freqüência se propaga a grandes distâncias no tecido urbano, daí a necessidade da regulamentação da circulação destes veículos na cidade, principalmente, durante a noite.

No Brasil os ônibus são montados sobre chassis de caminhões, fazendo com que sejam tão ruidosos quanto os caminhões. Adicionalmente constituem o principal meio de transporte coletivo nas cidades, agravando a contribuição para o ruído urbano.

As motocicletas emitem níveis de ruído que variam em função das classes desses veículos. As mudanças nos projetos de motos, ao longo dos últimos anos, resultaram em um amplo número de motores com a mesma média da potência do veículo. Uma pesquisa realizada por SANDBERG (apud NELSON, 1987) sobre o ruído emitido pelas motos constatou que, em muitos casos, os níveis de ruído gerados por uma aceleração normal podem exceder os níveis gerados por motores a diesel de caminhões pesados, embora a potência mecânica de uma moto seja muito menor do que a de um caminhão.

Emissão Sonora

O ruído produzido pelos veículos motores rodoviários depende dos seguintes fatores:

- tipo e classe do veículo (peso e potência mecânica);
- condições mecânicas em serviço (condições do silenciador de exaustão, regulagem do motor, etc.);
- modo operacional (velocidade constante, aceleração ou desaceleração, utilização das marchas, etc.);
- revestimento das vias (o ruído se dá devido ao contato pneu/superfície da via. Cada tipo de revestimento contribui para uma emissão sonora diferente: o revestimento de paralelepípedos é o mais ruidoso e o revestimento poroso, o menos ruidoso);
- tipo de pneu utilizado pelos veículos (já existe legislação européia regulando a matéria, ver seção 4.1);

- o gradiente da via (o ruído emitido por um veículo circulando em via que possui um gradiente elevado é maior do que aquele produzido em uma via plana);
- medidas do controle (de ruído) utilizadas no projeto do veículo;
- meio de propagação (a existência de obstáculos refletores ou barreiras acústicas no tecido urbano pode afetar o campo sonoro produzido).

De acordo com KIHLMAN e KROPP (2001), a redução nos últimos vinte e cinco anos do ruído emitido por veículos alcançou 10 dB – 15 dB. Atualmente, obtém-se o nível limite de 74 dB(A), na condição acelarado, de acordo com o método de teste da Norma ISO 362/1998 "*Acoustics – Measurement of noise emitted accelerating road vehicles – Engineering method*". Cumpre ressaltar que o valor indicado corresponde ao nível máximo de ruído estabelecido para automóveis, como poderá ser visto adiante, onde se aborda a Diretiva 92/97 CE (CE, 1992a) - seção 4.1 - e a Resolução CONAMA 272/2000 (BRASIL, 2000a) - seção 4.2.

A Figura 05 apresenta um exemplo típico desta emissão, considerando-se um automóvel passando, acelerado e com uma velocidade de aproximadamente 55 Km/h, no momento da medição sonora.

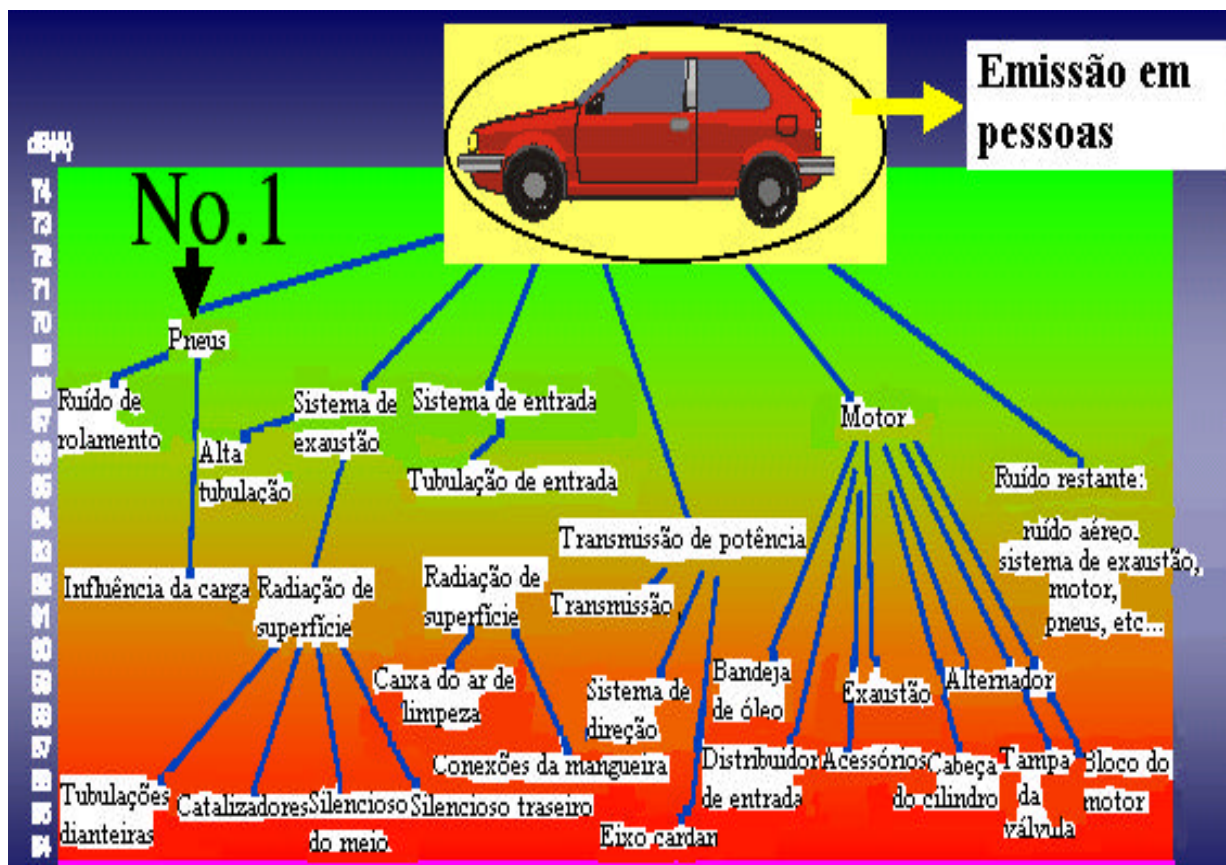
Não obstante a redução de 10 dB – 15 dB alcançada nas condições do teste da ISO 362, constatou-se que, nos casos reais e em condições de tráfego, esta redução alcançada resultou apenas em um decréscimo da ordem de 1 dB a 2 dB na emissão de veículos individuais. Segundo KIHLMAN e KROPP (idem), a principal razão é a relativa inefetividade do tipo de método preconizado na ISO 362.

Fonte: RUST, 2003.

Figura 05 - Ruído Emitido por Automóvel

Embora a redução tenha sido pequena, o ruído dos motores e da exaustão diminuiu e o ruído emitido pelos pneus aumentou, em função do aumento da sua largura, visando a segurança da direção dos veículos. Esse fato da pequena redução do ruído determinou que a altura da fonte fosse reduzida, tendo como conseqüência uma melhora na eficiência das barreiras acústicas.

Portanto, hoje se pode afirmar que a responsabilidade pela emissão de ruído veicular em vias públicas é partilhada por três atores sociais: os montadores dos veículos, os fabricantes de pneus e os gestores das vias (KIHLMAN e KROPP, 2001).

A seguir são explicitadas algumas das fontes de ruído veiculares.

a) Pneus-Estrada

Rolagem de pneus

O ruído de rolagem é gerado pela interação entre os pneus e a superfície de rolagem da camada de pavimentação da via, dando-se segundo dois mecanismos complexos de naturezas dinâmica e aerodinâmica (ver Superfície de Rolagem de Estradas, adiante).

Ambos incluem uma série de detalhados mecanismos, além de outros efeitos que podem amplificar ou atenuar o ruído gerado. O leitor interessado em informações complementares sobre estes mecanismos e outros efeitos poderá recorrer a leitura do documento "Noise Technology Status Report", de novembro – 2003, do Programa "Calm Nerwork" da Comunidade Européia. O Relatório descreve o estado-da-arte corrente das tecnologias relacionadas com o controle do ruído, bem como as principais pesquisas sendo realizadas na Europa na data e é apresentado no Anexo 3.

Pneus

Tendo em vista o exposto há necessidade de ser alcançado algum progresso na redução de ruído emitido pelo contato dos pneus com a via. Assim sendo diversas pesquisas têm sido realizadas nos centros de pesquisas de fabricantes de pneus, focadas, principalmente, no desenho das ranhuras dos pneus. De acordo com RUST (2003), estima-se uma futura redução do ruído emitido em 5 dB(A).

Superfície de Rolagem de Estradas

Conforme já indicado, essencialmente existem dois mecanismos de geração de ruído que são influenciados diretamente pela superfície de rolagem, a saber: a excitação da vibração do pneu causada pelo impacto da rugosidade da estrada e a excitação aerodinâmica ocasionada pelo bombeamento de ar nas ranhuras dos pneus e cavidades

da superfície da estrada (S. ULRICH apud RUST, 2003). Além destes fatores que influenciam na geração do ruído, existe um outro fator que influencia na propagação sonora – a qualidade acústica da superfície. Considerando-se todos estes efeitos, os principais parâmetros da superfície de rolamento da estrada são a rugosidade (mega, macro e microtextura) e a porosidade (EHINGER apud RUST, 2003).

De acordo com RUST (idem), atualmente são disponíveis três tipos de tecnologias de revestimento de estradas, do ponto de vista acústico:

- asfáltico poroso (composto de uma única ou dupla camada porosa, disposta sobre uma camada fina impermeabilizada, de modo que a água não possa penetrar nas camadas restantes da pavimentação);
- poroelástico (altamente poroso e elástico, em função da presença de grãos ou fibras de borracha);
- superfície não-porosa com tratamento (introduz partículas de revestimento (“chippings”) na superfície).

Como referido anteriormente, maiores detalhes sobre cada uma dessas tecnologias, assim como uma relação dos projetos em andamento na Comunidade Européia centrados, principalmente, sobre as ferramentas de simulação e os métodos de predição para a emissão, propagação e absorção sonora de estradas é apresentada no documento referido juntado sob o Anexo 3.

b) Ruído de Propulsão

De acordo com RUST (2003), as mais significantes contribuições para a emissão sonora da transmissão de potência podem ser descritas, como a seguir (ver também Figura 06, seguinte):

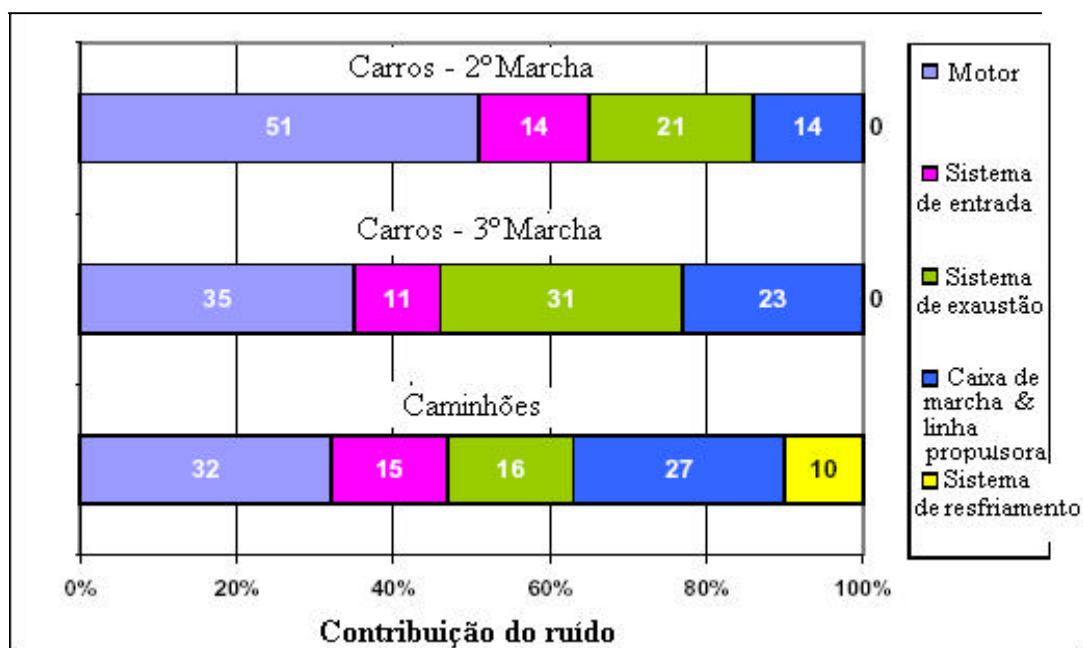
- ruído do motor;
- ruído do sistema de exaustão;
- ruído da caixa de marchas; e
- ruído da tomada de ar.

Fonte: RUST, 2003.

Figura 06 – Contribuições para os Ruídos de Propulsão de Veículos Rodoviários – Carros e Caminhões.

Observando-se a Figura 06, pode-se concluir como em seguida:

- no caso dos automóveis: a contribuição do motor é reduzida quando ocorre mudança de segunda para terceira marcha e a contribuição do sistema de exaustão é elevada;
- no caso dos caminhões: o ruído emitido pelo motor é preponderante, seguido do ruído da caixa de marcha.

Apesar dos avanços tecnológicos alcançados ainda se faz necessária a adoção de materiais acústicos, a fim de se atender aos limites estabelecidos na Diretiva 92/97 da CE (CE, 1992a) na Resolução CONAMA 272/2000 (BRASIL, 2000a) no Brasil.

2.1.2.2 Tráfego Ferroviário

Atualmente duas classes de transporte ferroviário são motivo de preocupações dos Agentes Ambientais da CE: o trem de alta velocidade e o trem de transporte de carga, como se constará na seção 4.1.

O problema do ruído de trens de alta velocidade foi tratado na Diretiva 96/48/CE (CE, 1996b), não obstante novas pesquisas estejam sendo realizadas, incluindo a verificação de adoção de novos instrumentos. Em relação ao ruído devido ao trafego dos trens de carga o progresso alcançado foi muito menor, apontando a necessidade da realização de novas linhas de pesquisas.

No Brasil a malha de transporte ferroviário é ainda muito pequena, principalmente considerados após grandes distâncias entre, por exemplo, as fronteiras agrícolas de cultivo de grãos ou as jazidas de minérios exportáveis de um lado e as vias de navegação de outro. Todavia, o Governo Federal demonstrou explicitamente a intenção em desenvolver o sistema. Neste caso é essencial, desde já, tomar as ações, visando a integração das questões de ruído ao planejamento, projeto e implantação das novas vias, principalmente as especializadas no transporte de cargas a granel.

Emissão Sonora

O ruído global gerado pela operação de trens é resultante das contribuições dos seguintes ruídos:

- ruído de rolagem (interação roda/trilho);
- ruído de tração e sistemas auxiliares;
- ruído aerodinâmico;

- ruído de frenagem;
- ruído ao realizar curvas;e
- impactos.

A contribuição relativa de cada uma das fontes geradoras para o ruído global depende, principalmente, da velocidade do trem e das imperfeições (rugosidade) existente no sistema roda/trilho.

O Quadro 04 fornece um resumo das principais fontes de ruído.

Quadro 04 – Tráfego Ferroviário – Principais Fontes de Ruído

Fonte Sonora	**Situação de emissão**				
	Em trânsito			**No entorno das estações**	**Em desvio**
	Baixa velocidade (v<60)	**Média velocidade (60<v<250)**	**Alta velocidade (250<v<60)**		
Rolagem	*	**	*	*	
Tração e sistema auxiliares	**	*		**	**
Aerodinâmico			**		
Ruído de curva	*			**	**
Ruído de frenagem	*			**	**
Ruído de impacto	*	*		*	**

Legenda: * relevante; ** altamente relevante

Fonte: RUST , 2003.

Observando-se o Quadro 04 pode-se dizer que em velocidades abaixo de 60 Km/h o ruído da tração e dos sistemas auxiliares predomina. Em velocidades intermediárias, de

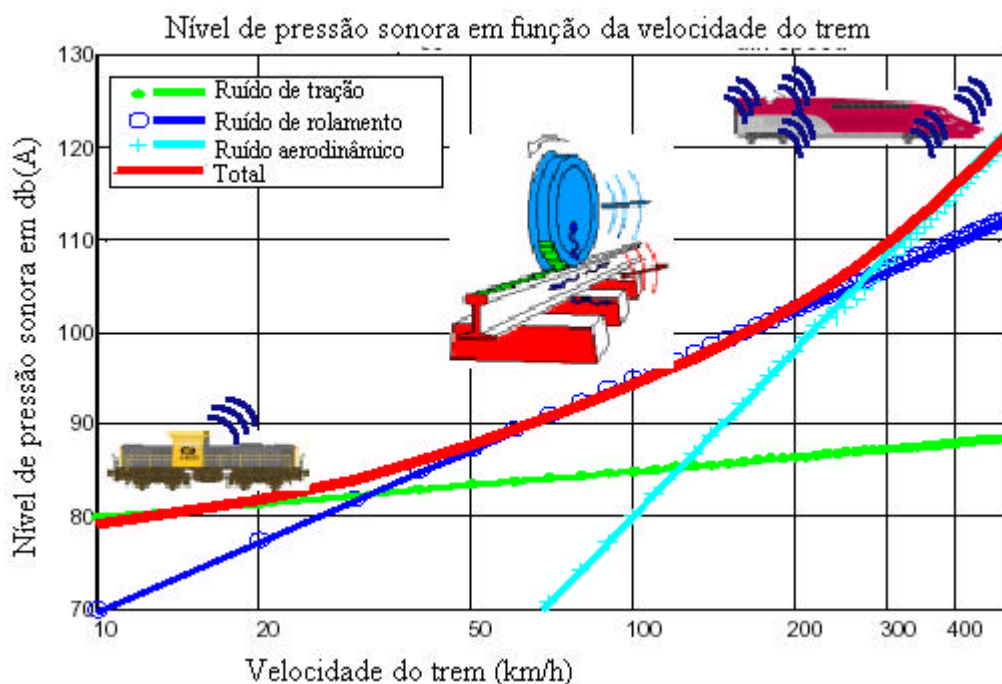
60 a 200 Km/h, o de rolagem torna-se preponderante[2]. Em velocidades superiores, acima de 250 Km/h, o ruído aerodinâmico prevalece[3]. A Figura 07 apresenta a dependência típica da emissão sonora com a velocidade.

Fonte: RUST, 2003.

Figura 07 - Dependência Típica da Emissão Sonora com a Velocidade.

Além do ruído gerado o contato roda/trilho também gera vibrações que podem se propagar nas estruturas existentes nas proximidades e produzir ruído, que é irradiado para as áreas vizinhas (ruído secundário ou "solidiano").

Há outros tipos de ruído atribuídos às ferrovias e às operações relacionadas a elas, como, por exemplo, o ruído de buzina e o ruído das instalações auxiliares tais como o ruído de transformadores distribuídos ao longo da linha, assim como o das oficinas de manutenção, notadamente aquelas com operações de calderaria.

---

[2] Neste caso, o nível de ruído emitido dependente da rugosidade existente na roda e no trilho. Trilhos corrugados podem aumentar o nível de ruído em até 10dB(A).

[3] Neste caso, ocorre um aumento da proporção de ruído de alta freqüência, que pode ser percebido como similar ao ruído de um avião a jato.

No caso específico de metrôs as centrais de ventilação *(shafts)*, distribuídas ao longo da linha subterrânea, constituem fontes de ruído importantes em áreas urbanas.

Para informações complementares e adicionais sobre os ruídos produzidos por ferrovia, bem como o *status quo* das pesquisas realizadas no âmbito da CE, recomenda-se a leitura do Anexo 3.

2.1.2.3 Tráfego aéreo

O ruído aeronáutico é considerado como o principal problema ambiental decorrente da atividade aeroportuária, em particular na vizinhança de aeroportos. A questão relaciona-se ao incômodo causado à população, devido as operações de pouso, decolagem, taxiamento de aeronaves e vôos a baixa altitude. As operações dos equipamentos de apoio das aeronaves no solo, bem como os testes de motores também podem gerar incômodo, embora afetem mais diretamente as pessoas que se encontram nas áreas operacionais dos aeroportos.

Emissão sonora

O ruído global produzido pelas aeronaves é determinado pelo ruído de propulsão (motores) e pelo ruído de fuselagem (interação da estrutura da aeronave com o ar).

A características desta emissão sonora irá depender da tipologia de aeronave e das operações realizadas.

Sinteticamente pode-se dizer que existem quatro tipos de aeronaves:

- Asa fixa: aeronaves a reação subsônica, aeronaves a reação supersônica (atualmente, somente a aeronaves militares), aeronaves propulsadas a hélice.

- Asa móvel: os helicópteros.

Em seguimento indicam-se as fontes sonoras de emissão de ruído para as categorias aeronaves a reação subsônica e aeronaves a hélice.

a) Aeronaves a reação subsônica

A emissão sonora destas aeronoves é devida a:

- Funcionamento dos motores
    - fontes externas ou de jato: o ruído é produzido pela interação dos gases quentes ejetados do escapamento (a alta velocidade) com o ar (a temperatura ambiente); caracteriza-se como um espectro do tipo ruído de banda larga;
    - fontes internas:
        - gerado pelas partes giratórias do motor (ventilador, compressor e turbina), o espectro se caracteriza pela presença de freqüências discretas que se superpõem a um ruído de banda larga;
        - gerado pela queima de combustível, o espectro se caracteriza por uma distribuição da energia sonora em torno de 500 Hz, sendo difícil diferenciá-lo do ruído de jato; produz uma contribuição significativa no ruído total emitido em campo distante.

- Interação da estrutura das aeronaves com o ar, o ruído aerodinâmico produzido pelo escoamento do ar sobre a estrutura das aeronaves na presença dos *"flaps"*, *"slats"* e trens de aterrissagem, que toma a posição de estendidos em algumas operações, em particular, nas aterrissagens. Observa-se que esta configuração da aeronave é chamada de suja, para distingui-la da configuração limpa, onde todos os elementos encontram-se recolhidos. Cumpre ressaltar que

antes destas estruturas se tornarem salientes, o ruído aerodinâmico pode ser 15 dB mais baixo (TRANSPORT NOISE REFERENCE BOOK apud RUST, 2003). Ainda cabe ressaltar que o trem de aterrissagem, quando abaixado, constitui o elemento principal na produção de ruído, apresentando uma radiação omnidirecional e um conteúdo espectral importante nas faixas de freqüências mais altas.

b) Aeronaves a hélice

O ruído global emitido provém da própria hélice, do motor (depende do tipo, que pode ser pistão ou turbina) e de seu sistema de escapamento. Em baixa velocidade de rotação o ruído emitido pelos dois últimos é preponderante. Em alta velocidade, a fonte principal de ruído é a hélice.

O ruído da hélice depende da velocidade angular, do diâmetro das hélices, do número de pás em cada hélice e da inclinação das pás, podendo ser classificado em duas categorias:

- banda larga provocado pela rotação das hélices, mais especificamente no percurso das extremidades das pás, onde ocorre um escoamento turbulento, gerando um ruído aleatório;
- espectro em freqüência discreto, decorrente do deslocamento do ar causado pela rotação da hélice, o que provoca uma variação de pressão do tipo cíclica. Esta perturbação produz uma onda sonora que contém freqüências discretas (harmônicos), múltiplas da freqüência de movimento das pás das hélices.

Adicionalmente as emissões sonoras e suas percepções relacionadas e inerentes ao projeto da aeronave, como as nomeadas anteriormente, elas também podem variar em função dos procedimentos operacionais adotados. Apenas para exemplificar, no procedimento de decolagem os níveis de ruído percebidos pelo receptor a certa distância da cabeceira da pista dependem do gradiente de subida e da velocidade com que a

aeronave se desloca. Assim, uma aeronave a jato, apesar de sua maior potência e peso, poderá gerar menos incômodo devido a rapidez em atingir altitudes mais elevadas e a de se afastar da pista, o que resultará em uma rápida diminuição dos níveis de ruído medidos no solo.

Usualmente, e no geral, existem dois tipos de regulamentações: na fonte (Certificação Acústica de Aeronaves) e operacionais (regem as condições de operação das aeronaves no aeroporto e no seu entorno). No principal elas são as seguintes nomeadas.

Regulamentação na fonte

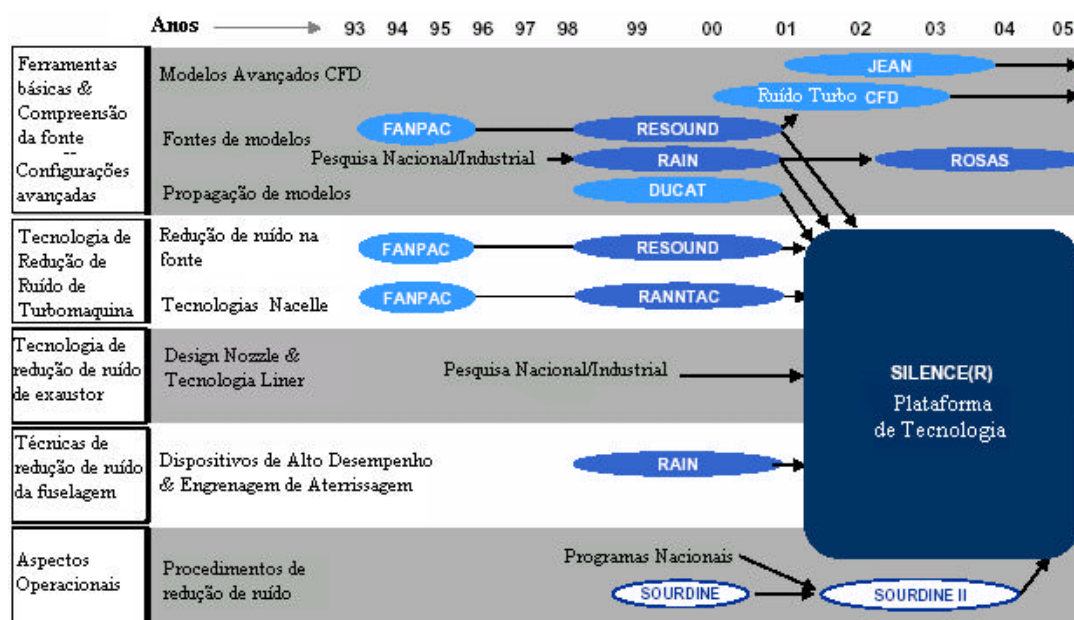
Uma das mais efetivas medidas adotadas no controle de ruído aeronáutico é a atenuação na fonte. Assim a produção de aeronaves menos ruidosas é importante na prevenção do incômodo percebido pelas populações vizinhas aos aeroportos. Neste sentido os organismos internacionais, que tratam da questão do ruído aeronáutico, adotam um sistema de certificação acústica das aeronaves.

A partir da Convenção sobre Aviação Civil Internacional, conhecida por Convenção de Chicago, a ICAO (Organização da Aviação Civil Internacional) adotou normas e práticas recomendadas no âmbito da aviação civil internacional designadas como Anexos à Convenção. Dentre estes se encontra o Anexo 16 – Proteção do Ambiente que inclui os padrões para a homologação acústica de aeronaves, tendo como base as tecnologias existentes e sua evolução (ICAO, 1988).

Esta regulamentação se aplica à certificação de aeronaves supersônicas; com motor a reação (subsônicas); a hélice e de helicópteros. Através desta certificação classificam-se as aeronaves (incluindo as leves a hélice e os helicópteros) em diversas categorias, cada umas delas objeto de um Capítulo do Anexo 16, conforme descrito no Apêndice 9.4.

O Brasil adotou este sistema de certificação. No entanto ainda será permitido o tráfego de aeronaves Capítulo 2 até 2010 (na CE está vedada a utilização destas aeronaves desde 2002).

Apesar dos avanços consideráveis alcançados nas últimas décadas na redução do ruído emitido por aeronaves torna-se necessário, ainda, desenvolver novas tecnologias de redução de ruído, como refletido no Quadro 05 e que identifica as pesquisas que estão sendo realizadas.

Quadro 05 – Pesquisas para Ruído de Aeronaves

Fonte: RUST, 2003.

Regulamentação Operacional

Procedimentos de Decolagem/Aterrissagem

São realizados estudos evidenciando as zonas de sobrevôo, as dispersões normais de trajetórias, as densidades de urbanização dessas zonas, as freqüências e altitude dos sobrevôos e os impactos ambientais sonoros, identificando as medidas de limitação da exposição sonora da população local e dos elementos urbanos.

Internacionalmente vêm sendo adotados procedimentos operacionais especiais para aeronaves de grande porte, incluindo a decolagem (procedimento FAA, IATA e trajetórias de subida flexíveis) e a aterrissagem (procedimento “Low Power/Low Drag”, descida e aproximação contínua, ponto de toque deslocado, elevação da altura de interceptação da rampa do ILS, etc).

Altura Mínima de Sobrevôo

Os pilotos devem respeitar as alturas estabelecidas através de regulamentação, considerando-se sobrevôos sobre as Áreas de Proteção Ambiental (APA), concentração urbana, etc.

Limitação da Utilização de Inversão de Potência dos Motores

Prática utilizada na aterrissagem para reduzir a distância de amortecimento após o toque das rodas e assim diminuir os efeitos de aquecimento devido à frenagem mecânica.

Suspensão de Vôos em Horários Noturnos

Modificação das Rotas

No sobrevôo de zonas com maior densidade demográfica, nas saídas e nas chegadas aos aeroportos.

Além dos procedimentos de vôo existem outras medidas que podem ser adotadas para minimizar o ruído emitido por operações realizadas em solo, tal como o teste de motores. Estes testes correspondem a uma atividade inevitável da manutenção de rotina de aeronaves, sendo bastante ruidosos, devido a necessidade de serem executados em potência máxima. Cada aeroporto estabelece os locais e determina horários para a realização dos testes.

Em 2001 a ICAO (Organização da Aviação Civil Internacional) adotou o conceito de Abordagem Equilibrada, que consiste na integração das diversas práticas adotadas para cada um dos aspectos abaixo:

- atenuação do ruído na fonte (aeronave mais silenciosa);
- planejamento e gestão do uso do solo no entorno dos aeroportos;
- procedimentos operacionais; e
- restrições operacionais.

Tal conceito está sendo adotado nos aeroportos da CE, referendada por uma Diretiva da Comunidade Européia descrita na seção 4.1.

Atualmente existem as seguintes categorias: NC (não classificadas), capítulos 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10 e 11.

2.1.4 Indústria

A intensa mecanização da indústria veio a gerar sérios problemas de ruído. Com efeito, de uma maneira geral, estes ruídos submeteram os operários a uma elevada exposição sonora, bem como uma fração da população residente na vizinhança se viu impactada por níveis de ruído, muitas vezes superiores aos níveis critérios estabelecidos.

Assim têm sido desenvolvidas normas, legislações e políticas de ruído industrial, visando a redução do ruído no ambiente de trabalho *indoor* e no ambiente externo.

Na CE, existem regras comuns para a permissão de novas instalações industriais, considerando-se a prevenção e controle integrado, estabelecidas na Diretiva IPPC - "Directive Integrated Pollution Prevention and Control" (CE, 1996d). Nessas regras incluem-se os requisitos de atendimento a níveis limites de ruído. A Austrália tem adotado políticas voltadas especificamente para o ruído industrial, visando o

estabelecimento de critérios para a proteção da comunidade, para elaboração de projetos e a promoção de métodos de medição e avaliação, dentre outros objetivos.

No Brasil, no que se refere ao ruído no ambiente de trabalho (ruído ocupacional), existem normas do Ministério do Trabalho que regulam a matéria, apesar da situação ainda ser crítica. Conforme será visto adiante a perda da audição tem se constituído em uma das principais causas da incapacidade funcional na área de direito trabalhista. No que se refere ao ruído emitido extra muro, existem legislações, considerando-se o ruído, que regulamentam o uso do solo no entorno das indústrias. Além disso o aspecto ambiental ruído usualmente é incorporado aos processos de licenciamento de atividades poluidoras (SLAP). Todavia, ainda é significativa a reclamação quanto a estas fontes.

Emissão sonora

Em plantas industriais o ruído advém de uma variedade de fontes sendo operadas simultaneamente e próximas uma das outras, muitas das quais apresentam natureza bastante complexa. Estes vários tipos de máquinas/equipamentos que podem emitir ruído apresentando conteúdo espectral em baixas ou altas freqüências, componentes tonais ou, ainda, serem impulsivos, assim como, também, desagradáveis. Dependendo do processo industrial pode-se dizer que determinadas plantas industriais têm propensão para emitir mais ruído do que outras. Normalmente isto ocorre com indústrias mecânicas, na qual o processo envolve máquinas/equipamentos que normalmente emitem níveis de ruído elevados.

Uma aproximação razoável da emissão sonora simultânea destas fontes combinadas pode ser obtida através de diferentes métodos. Não obstante, fatores relativos a arquitetura também influenciam fortemente na emissão sonora para o exterior. Considerando-se, por exemplo, um ruído com conteúdo espectral em baixa freqüência, é sabido que esse é menos atenuado por paredes ou outras estruturas, podendo cruzar grandes distâncias, muitas vezes com pouca perda de energia sonora.

Para tal as exigências técnicas para a redução do ruído nas máquinas/equipamentos devem ser especificadas, preferivelmente, na fase de seleção e aquisição da máquina/equipamento. A dificuldade de reduzir a emissão sonora do equipamento já implantado é grande, principalmente, em projetos de melhoria do ambiente de trabalho. Para reduzir a emissão sonora de tais fontes para o exterior, deve ser incentivada a realização de arranjo da planta, e adoção de equipamentos menos ruidosos ou, ainda, através de zoneamento, separar o uso do solo industrial das áreas residenciais mais sensíveis ao ruído.

Neste contexto o processo de licenciamento das atividades pode intervir na futura emissão sonora destas atividades.

2.1.2.5 Construção Civil

Devido à intensa urbanização nos grandes centros metropolitanos o ruído da construção civil tem, cada vez mais, se constituído em fonte de incômodo à população. De forma similar as demais indústrias, os trabalhadores desta atividade também têm sofrido os mesmos problemas, inclusive os relacionados a exposição sonora a níveis elevados de ruído.

No que se refere ao incômodo à população, pode-se dizer que, de uma forma geral, a população vem sofrendo, muitas vezes não fazendo reclamação aos órgãos competentes, a não ser que os horários da obra estejam se estendendo além dos normais, acreditando que nada há a ser feito, a não ser a interdição da obra. Esta situação dicotômica não é real. Já existem tecnologias menos ruidosas para a execução de determinadas tarefas num canteiro, como por exemplo a utilização de bate-estacas do tipo vibratório ao invés do tipo de impacto. A atividade de estaqueamento e a demolição constituem-se nas atividades mais ruidosas da obra. Contudo, a questão dos gastos de investimento pesa consideravelmente na seleção da rota tecnológica/equipamento.

De uma forma geral as máquinas/equipamentos de construção civil podem ser classificados em:

- fixos – operam de um dado local com determinada potência de operação, podendo gerar ruído estacionário (bombas, geradores, compressores) ou ruído não estacionário (compactadores e perfuratrizes);
- móveis – movimentam-se no local e no entorno de canteiros de obras com potência aplicada de modo intermitente (escavadeira, pá carregadeira e caminhões).

Na CE foi emitida Diretiva que fornece uma classificação de equipamentos utilizados no exterior, de acordo com o tipo de máquina/equipamento, incluindo um grande número de equipamentos de construção civil. Porém, o grande problema identificado, refere-se ao fato que os limites impostos a determinados equipamentos são estabelecidos através de testes padrão que podem diferir consideravelmente das reais condições de operação. De acordo com HAMODA *et al* (apud RUST, 2003), já existem abordagens mais sofisticadas, utilizando algoritmos baseados em redes neurais, que levam em consideração o tipo de equipamento em operação e o tipo de operação sendo realizada.

Emissão sonora

A emissão das máquinas/equipamentos é caracterizada pelo nível de potência sonora produzida (fontes pontuais) ou pelo nível de pressão sonora equivalente a uma determinada distância, considerando-se o tempo médio de utilização durante uma jornada de trabalho ou a percentagem do tempo de operação (fator de utilização).

Em geral a caracterização do incômodo produzido por um equipamento sobre um receptor (imissão) é realizada utilizando-se o L_{Aeq} para uma jornada de trabalho que é associada a uma média da energia sonora recebida. Quando for produzido por n equipamentos em obra, será realizada através da soma logarítmica do L_{Aeq}, considerando-se um mesmo receptor.

O Quadro 06 apresenta valores de L_{Max} e de L_{Aeq} de alguns equipamentos tipicamente utilizados na construção civil, considerando-se uma distância de 15m, além do fator de utilização e da característica temporal do ruído emitido. Observa-se que os equipamentos apresentados são dispostos obedecendo a um critério de emissão sonora equivalente decrescente (coluna 3).

Quadro 06 – Equipamentos de Construção Civil – Níveis de Pressão Sonora

Descrição do Equipamento	Nível Máximo de Ruído a 15m, dB(A), L_{Max}(15m)	Nível Sonoro Equivalente a 15m, dB(A), L_{Aeq}(15m)	Equipamento Impacto	Fator de Uso
Bate estacas - Impacto	95	88	Sim	20 %
Escavadeira	93	86	Sim	20 %
Martelete ruidoso	90	86	Sim	20 %
Serra de Concreto	90	83	Não	20 %
Outros equipamentos >5 HP	85	82	Não	50 %
Pavimentadora	85	82	Não	50 %
Martelo Pneumático	85	82	Não	50 %
Caminhão Betoneira	85	81	Não	40 %
Graduador	85	81	Não	40 %
Raspadeira	85	81	Não	40 %
Martelete menor	85	81	Sim	20 %
Caminhão Basculante	84	80	Não/Sim	40 %
Caminhão Carroceria Fixa	84	80	Não	40 %
Freio Hidramático	90	80	Sim	10 %
Trator	84	80	Não	40 %
Gerador (Mais de 25KVA)	82	79	Não	50 %
Perfuratriz	85	78	Não/Sim	20 %
Serra Elétrica	85	78	Não	20 %
Guindaste (Móvel ou estacionário)	85	78	Não	20 %
Furadeira	80	77	Não/Sim	50 %
Injetora de cimento	80	77	Não	50 %
Compressor	80	76	Não	40 %
Pá Carregadeira	80	76	Não	40 %
Bomba de Concreto	82	75	Não	20 %
Usina de Concreto	83	75	Não	15 %
Explosivo	94	74	Sim	1 %
Macaco Hidráulico	80	74	Não	25 %
Bombas d´água	77	74	Não	50 %
Bate estacas - vibratório	80	73	Não/Sim	20 %
Cortadora/ Dobradora de aço	80	73	Não	20 %
Compactador (Solo)	80	73	Não	20 %
Vibrador de Concreto	80	73	Não	20 %
Varredeira de rua à vácuo	80	70	Não	10 %
Soldador	73	69	Não	40 %
Gerador (25 KVA ou Menos)	70	67	Não	50 %
Caminhonete	55	51	Não	40 %

Fonte: ANDRADE, 2004.

2.1.2.6 Geração e Transmissão de Energia Elétrica

Algumas Unidades de geração e transmissão de energia elétrica encontram-se inseridas em áreas urbanas, sendo fonte de incômodo à população em função da sua emissão sonora. Dentre elas citam-se as subestações elétricas, as linhas de transmissão e as termelétricas que, em alguns casos, situam-se próximas a comunidades ou, em casos mais raros, dentro da cidade, como é o caso da termelétrica de Rio Branco – AC.

Subestação Elétrica – SE

Trata-se de uma fonte extensa de ruídos, os quais advém de vários equipamentos: transformadores e reatores, devido ao fenômeno de magnetostrição[4], sistemas de refrigeração e compensadores estáticos.

O ruído gerado pelos transformadores e reatores constitui-se nas principais fontes, sendo quase constante em energia, originando-se na vibração do núcleo por magnetostrição. Essa vibração é transmitida pela estrutura à carcaça, que irradia um ruído periódico, cuja freqüência fundamental (no Brasil é igual a 120Hz) é o dobro da freqüência da rede. Assim harmônicos de 1.200Hz podem ser encontrados na vizinhança de transformadores. Quanto maior o transformador, maior a existência de energia sonora em baixa freqüência. Assim sendo o ruído emitido por uma SE pode alcançar grandes distâncias e constituir-se em fonte de incômodo à população localizada no seu entorno.

Linhas de Transmissão – LTs

O ruído produzido pelas LTs é proveniente do efeito corona – ionização de ar na vizinhança do condutor, que se manifesta em linhas de alta voltagem (superiores a 230 kV). Este efeito se manifesta, no aspecto visual, através de emissões luminosas (filamentos azuis) e, no acústico, sob forma de chiado. Este se intensifica em função de

[4] Mudança de forma de uma peça de ferro quando submetida a um campo magnético.

uma elevação na umidade do ar, podendo variar de 35 dB a mais de 50 dB, a 30m de distância da LT (WSZOLECK *et al*, 1999). Portanto, populações assentadas nessa LT, notadamente no período noturno, podem ser incomodadas pela emissão sonora.

Termelétricas

As Unidades Termelétricas (UTEs) que incorporam tecnologias mais avançadas caracterizam-se como fontes emissoras sonoras potencialmente mais potentes do que as anteriores, de tecnologia mais antiga. No entanto, também, exigências ambientais legais fizeram com que medidas mais eficientes de controle do ruído fossem implantadas visando reduzir a emissão sonora.

São inúmeras as fontes sonoras que se apresentam nas UTEs. Assim, para serem estudadas, as UTEs devem ser entendidas como um sistema de fontes, em vez de uma fonte pontual.

As principais fontes de ruído são:

- as entradas e saídas de ar (combustão e resfriamento);
- o sistema de enclausuramento da turbina e compressor;
- o sistema de exaustão de gases;
- as partes e elementos móveis da turbina a gás.

O espectro do ruído produzido por uma turbina estacionaria é similar ao de uma turbina de aeronave: largo, por natureza, e contendo componentes de alta freqüência. De outra parte a combustão e o sistema de exaustão contribuem, significativamente, para as baixas freqüências constatadas no espectro. Este tipo de ruído, pouco atenuado pela absorção do ar, se propaga a grandes distâncias, podendo constituir, se não atenuado, em uma fonte de incômodo.

O Apêndice 9.5 exemplifica, com base em dados reais de espectros medidos, o cálculo do NPS de uma UTE a gás.

2.1.2.7 Atividades de Lazer

Atualmente as atividades de lazer têm se constituído, cada vez mais, em um número elevado de reclamações nos órgãos ambientais.

Dentre as atividades pode-se citar aquelas relacionadas com as atividades de bares, boates e mega eventos inseridas no âmbito dos centros urbanos. Um outro fator gerador de ruído ocasionado pelo funcionamento de tais atividades é a concentração de pessoas do lado de fora destes estabelecimentos, além de um possível congestionamento de tráfego no entorno.

Uma reportagem publicada em um boletim turístico na região do Caribe ressalta a poluição sonora como um problema realmente capaz de afetar severamente a economia de uma região ou de instituições específicas. Em 2002, de acordo com este boletim, houve uma redução no movimento turístico local e isso foi atribuído ao excessivo ruído emitido por atividades de abres, boates, etc, que impediam os hóspedes de hotéis, próximos a estas atividades, de repousar durante a noite (SEXTO, 2003).

No Brasil esta situação se verifica, conforme explicitado no Capítulo 4 (item 4.2), levando algumas Secretarias de Meio Ambiente a exigir tratamento acústico para a concessão de alvará de funcionamento para este tipo de atividades.

Outra atividade que merece tratamento individualizado, em função de sua importância cultural e turística, é o carnaval. Apesar de constituir-se em um evento extremamente ruidoso, considerando-se não só o período de desfiles como também a rotina de ensaios nas quadras das escolas de samba, não pode ser eliminado. Assim é de fundamental importância dotar as quadras de tratamento acústico evitando-se assim o incômodo à

vizinhança, além de realizar os desfiles em locais apropriados distantes de zonas residenciais.

Uma vez esgotado o tema das Fontes, a tese passa a abordar o segundo elemento do Modelo Sistêmico da Poluição Sonora Urbana – o canal de propagação (rever Figura 04).

2.2 Caminho da Propagação – Tecido Urbano

Cada espaço urbano corresponde a um ambiente, que possui um nível sonoro específico em função de sua forma e de sua função dominante (CETUR, 1981). O ruído percebido depende do tecido do entorno que envolve a fonte.

Com efeito as edificações e a sua organização no espaço, assim como a natureza de suas fachadas, podem privilegiar a propagação sonora, marcando o espaço sonoro urbano de uma maneira específica. Isso permite introduzir a idéia de que se pode diferenciar a propagação de um ruído segundo o tecido urbano e que certas formas urbanas apresentam uma fragilidade natural (CETUR, idem).

Outras características de determinados elementos morfológicos constitutivos do tecido, como, por exemplo, a topografia e o revestimento do solo, a quantidade e o tipo de vegetação, podem determinar esta diferenciação na propagação do ruído.

Além disso, outros fatores que influenciam na propagação do som e que não são inerentes ao tecido, mas que sofrem influência dele, são as variáveis climáticas – temperatura, ventos, umidade e chuva. Dentre estas os ventos exercem papel preponderante, podendo, em alguns casos, atuar favorecendo a propagação do som e, em outros, atenuá-la.

No Brasil, devido às características climáticas de um país de clima tropical quente e úmido, há uma oposição no balanço das condições ótimas de conforto térmico e as de

conforto acústico no interior de edificações. Com efeito a utilização de materiais construtivos de inércia térmica reduzida e de ventilação natural visando o conforto térmico possibilita uma redução do consumo de energético, contribuindo assim para a sustentabilidade das cidades brasileiras. Não obstante, também contribui para um enfraquecimento das fachadas (fachadas leves), tornando-as mais permeáveis ao ruído ambiental. Esse ponto de estrangulamento crítico no conforto acústico urbano brasileiro precisa ser estudado, a fim de se serem propostas soluções que otimizem a compatibilização entre estes dois requisitos de conforto ambiental.

A seguir, para uma melhor compreensão do processo de propagação das ondas sonoras nas cidades, abordar-se-á, segundo a escala urbana indicada no Capítulo 1, seção 1.2.3, determinadas características dos elementos morfológicos do tecido urbano que influenciam, de forma decisiva, a ambiência acústica de um determinado local.

2.2.1 A Escala da Rua

O Solo

A cobertura do solo intervem na propagação do som em áreas urbanas. Dependendo do tipo de material um solo será categorizado segundo uma gradação que varia de totalmente refletor a absorvente (Quadro 07).

Observando-se o referido Quadro 07 pode-se dizer que um solo recoberto com material do tipo betuminoso (coluna tipo de material, categoria 2), empregado normalmente em revestimento de vias urbanas, é considerado semi-refletor, enquanto que um irregular, recoberto com vegetação densa (coluna tipo de material, categoria 4), será absorvente. Neste caso, além do solo ser absorvente, a vegetação, dependendo da sua altura e composição, poderá atenuar o ruído na sua propagação.

Como já visto (seção 2.1.2.1) o revestimento das vias representa um papel preponderante na propagação do som emitido pelos veículos. Neste contexto, com base no Quadro 07, pode-se dizer que os materiais de revestimento utilizados nos centros

urbanos, de uma forma geral, apresentam características refletoras, podendo contribuir para a degradação da qualidade acústica das cidades.

Quadro 07 – Tipologias de Solo em função do Material de Revestimento

Categoria	Coeficiente de Absorção a = energia absorvida / energia insidente	Tipo de Material
1	totalmente refletor $\alpha_s = 0$	- espelho d'água, laje de concreto, chapas metálicas; - madeira envernizada, mármore
2	semi-refletor $\alpha_s = 0,3$	- madeira não polida e com juntas largas, emulsões - reboco de argamassa/gesso, pedras em placas regulares - blocos de concreto rugoso (calçamento vias de pedestre) - solos revestidos de materiais betuminosos comparados aos revestimentos de calçamento (estacionamentos)
3	semi – absorvente $\alpha_s = 0,5$	- madeira não polida sem juntas, solo em grama - areias, materiais granulosos espalhados sobre o solo.
4	absorvente $\alpha_s = 0,8$	- solo natural irregular comportando vegetação densa.
5	totalmente absorvente $\alpha_s = 1$	- hipótese teórica.

Fonte: "MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU CADRE DE VIE ET MINISTÈRE DÊS TRANSPORTS" (apud CETUR, 1981).

O Lote

Conforme indicado na seção 1.2.3 o lote condiciona a forma da edificação e, conseqüentemente, a forma urbana. Os parâmetros que condicionam a implantação da edificação no lote, tais como a taxa de ocupação, o gabarito e os afastamentos frontais e laterais, influenciam na forma do tecido urbano e, conseqüentemente, nas propriedades do campo sonoro gerado pela da fonte, como será visto adiante.

Não obstante, de acordo com CETUR (1981), o lote não se constitui em uma ferramenta de análise e de leitura dos mecanismos de propagação sonora na cidade tão poderosa quanto o quarteirão.

O Recuo

Ainda valendo-se de CETUR (1981), a possibilidade de utilização do recuo, como recurso para redução do ruído, torna-se interessante somente se o receptor estiver afastado da fonte de ruído de mais de vinte metros.

As Edificações/Fachadas

A implantação e as características das edificações influencia decisivamente na propagação do som no meio urbano. O volume e o arranjo das edificações no lote, assim como o tipo de material de revestimento utilizado nas fachadas, constituem-se em fatores importantes a serem considerados no ambiente externo. Com efeito o volume e o arranjo no lote interferem na permeabilidade do tecido urbano ao ruído (tecido aberto ou fechado). Por sua vez os materiais de revestimentos podem ser utilizados para criar uma ambiência surda (boa privacidade), para melhorar a percepção de determinados sons ou, ainda, para mascarar um som indesejável. Dependendo do caso é recomendado o uso de materiais absorventes ou reflexivos.

A Vegetação

Uma árvore inserida no espaço urbano não constitui, isoladamente, um dispositivo de oposição a penetração do ruído. É necessária uma grande quantidade de árvores, adequadamente arranjadas, para que esse objetivo seja alcançado. Dados antigos indicam que uma plantação densa, composta de folhagens em todos os níveis, atenua, no máximo, 1dB(A) para 10 m de espessura de plantação, ou seja, para 100 m de floresta densa a atenuação obtida é 10 dB(A) (CETUR, idem).

Todavia, as árvores podem criar, em um espaço urbano, uma modificação sensível da ambiência acústica pelo efeito da absorção e pelo efeito do mascaramento (CETUR, idem).

Um outro efeito, já no campo da percepção, relaciona-se com os efeitos psicológicos - sensação de frescor e tranqüilidade - produzidos pela presença de vegetação.

2.2.2 A Escala do Bairro

A Via

O Código de Trânsito Brasileiro define via como sendo a “superfície por onde transitam veículos, pessoas e animais, compreendendo a pista, a calçada, o acostamento, a ilha e o canteiro central” (BRASIL, 1997b).

O código identifica diferentes categorias de vias que normalmente são especificadas em função de parâmetros de natureza de tráfego e de sua geometria. Entre outras categorias listadas no código, cita-se, pela pertinência com o tema da tese, as seguintes:

- via de trânsito rápido – caracterizada por acessos especiais com trânsito livre, sem interseções em nível, sem acessibilidade direta aos lotes lindeiros e sem travessia de pedestres em nível;
- via arterial - caracterizada por interseções em nível, geralmente controlada por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e as vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade;
- via coletora - destinada a coletar e distribuir o trânsito que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou arteriais, possibilitando o trânsito dentro das regiões da cidade;
- via local - caracterizada por interseções em nível não semaforizadas, destinada apenas ao acesso local ou a áreas restritas.

Observa-se que apesar da via de circulação rodoviária não ser a única unidade suficiente para apreender a relação que existe entre espaço sonoro e espaço urbano, pode-se dizer que ela caracteriza a fonte sonora (CETUR, 1981).

O ruído emitido, a sua divisão no tempo, bem como o seu nível varia em função da tipologia da via. O Quadro 08 apresenta uma previsão dos níveis sonoros, expressos em L_{Aeq}, para diferentes tipologias de vias. Cumpre ressaltar que, apesar da nomenclatura

adotada para essas tipologias destoar daquela definida no Código Brasileiro, as características são basicamente as mesmas, conforme pode ser visualizado no Quadro 09.

A previsão dos níveis sonoros (Quadro 08) baseou-se em dados de níveis de emissão sonora veicular superiores, em 6 a 8 dB(A), aos níveis atualmente alcançados. Assim ressalta-se que a previsão foi incluída no texto somente com finalidade ilustrativa, a fim de possibilitar ao leitor uma melhor compreensão das diferenças existentes na emissão sonora das diferentes tipologias de vias.

Quadro 08 – Níveis Previstos de Pressão Sonora por Tipo de Via

<table>
<tr><th>Veic/hora</th><th>Veículos pesados
%</th><th>Distribuição (*)
Largura entre fachadas: 12m (2 pistas)
[dB(A)]</th><th>Secundária (*)
Largura entre fachadas: 15m (2 a 3 pistas).
[dB(A)]</th><th>Arterial (*)
Largura entre fachadas 30m à 40m (4 a 5 pistas)
[dB(A)]</th><th colspan="2">Trânsito
Nível calculado a 30m da margem da rua
[dB(A)]</th></tr>
<tr><td>6</td><td>0</td><td>51</td><td>-</td><td>-</td><td rowspan="2">Avenida</td><td rowspan="2">Via rápida urbana</td></tr>
<tr><td>60</td><td>5</td><td>63</td><td>61</td><td>-</td></tr>
<tr><td>100</td><td>5</td><td>67</td><td>65</td><td>62</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>500</td><td>10</td><td>75</td><td>73</td><td>70</td><td>65</td><td>67</td></tr>
<tr><td>600</td><td>10</td><td>76</td><td>74</td><td>71</td><td>66</td><td>68</td></tr>
<tr><td>900</td><td>10</td><td>78</td><td>76</td><td>73</td><td>68</td><td>70</td></tr>
<tr><td>1200</td><td>15</td><td>-</td><td>77</td><td>74</td><td>70</td><td>72</td></tr>
<tr><td>1500</td><td>15</td><td>-</td><td>78</td><td>75</td><td>71</td><td>73</td></tr>
<tr><td>2000</td><td>15</td><td>-</td><td>-</td><td>76</td><td>72</td><td>74</td></tr>
<tr><td>4000</td><td>15</td><td>-</td><td>-</td><td>79</td><td>75</td><td>77</td></tr>
<tr><td>6000</td><td>15</td><td>-</td><td>-</td><td>81</td><td>77</td><td>79</td></tr>
<tr><td>10.000</td><td>10</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>78</td><td>80</td></tr>
<tr><td>15.000</td><td>10</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>80</td><td>82</td></tr>
</table>

Nota: * Características consideradas para o cálculo, correspondendo a uma situação real em diferentes categorias de vias.

Fonte: CETUR, 1981.

Observando-se o Quadro 08, verifica-se que a percentagem de veículos pesados influencia na emissão sonora da via.

Quadro 09 – Características de Categorias de Vias

Tipo de via	Natureza do tráfego	Característica geométrica
Via de Trânsito	Tráfego circulante com velocidade elevada, superior a 60 Km/h comportando: Uma circulação relativamente regular e estável (e escoamento fluído). Uma grande quantidade de veículos por hora, em uma média de 1 hora, uma saturação freqüente em horário de pico. Uma grande quantidade de veículos pesados, durante 24 h. Um forte tráfego noturno.	Nenhum ou pouco acesso secundário presença freqüente de um canteiro central intransponível. grandes raios de curvatura e inclinações limitadas inferiores é 7%). Vias de 3,5m de largura Margens livres (taludes inclinados ou muros ou em caso de vias em trincheira). Construções geralmente afastadas dezenas de metros das vias. Cruzamentos ou mudanças de níveis de auto-vias ou de vias rápidas, cruzamentos pouco numerosos com sinais para as grandes transversais urbanas.
Via arterial	Tráfego circulando com velocidade media (em torno de 60Km/h.) com possibilidade de circulação real mais rápida em horário de pouco movimento e noturno. Circulação relativamente regular e fluida nas seções, mas aparecimento de turbulência (acelerada ou desacelerada) a 200m de cruzamentos. Muito forte quantidade de veículos em horários médios. Saturação freqüente em horários de pico.	Acessos secundários possíveis em todos os pontos. Ausência de canteiro intransponível. Número de vias elevado, cerca de 3 ou 3,5 e raios de curvatura grandes. Cruzamento em nível, com quadra e sinais para as trocas com outras vias principais, acessos limitados (sinais, balizas de prioridades ou paradas) para as pequenas ruas transversais. Possibilidade de construções contínuas para a proximidade das vias.
Via secundária	Tráfego circulando com velocidade limitada: 60 Km/h, no máximo. Circulação do tipo acelerada com numerosas alterações e freadas. Fraco. Poucos veículos pesados. Todos os tipos de circulação conflitante: motos, pedestres, veículos.	Acesso secundário em todos os pontos. Possibilidade de estacionamento. Curvas fechadas, dissuadindo as velocidades elevadas. Numero de vias limitadas: duas ou três vias. Cruzamentos numerosos. Construções contínuas de um lado e outro
Via de distribuição	Tráfego circulando à fraca velocidade. Fraco. Todos os tipos de circulação: veículos leves, motocicletas e pedestres. Muito poucos veículos pesados. Circulação composta de acelerações e freadas.	Acesso secundário. Características geométricas muito reduzidas tornando impossível as velocidades elevadas. Numerosos cruzamentos. Numero de pistas reduzido (1 ou 2 pistas). Construções contínuas de um lado e outro da via.

Fonte: CETUR, 1981.

A Rua

Em geral a rua é definida como sendo a via ladeada de edificações, total ou parcialmente. A rua caracteriza o campo sonoro da fonte, sendo, portanto, a expressão

do mecanismo da propagação do ruído, principalmente, a do tráfego rodoviário (CETUR, 1981).

Duas configurações de rua são possíveis de ser identificadas, considerando-se determinadas características geométricas da mesma:

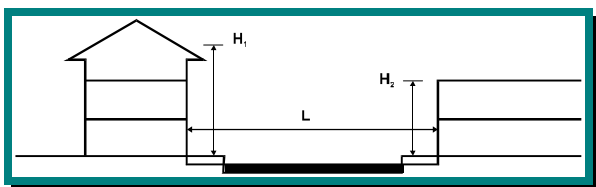
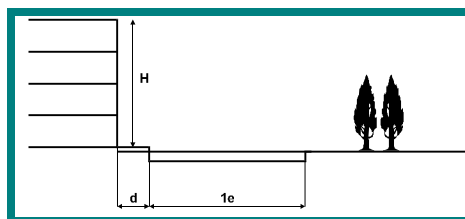
- rua de tecido urbano fechado (Rua em “U”) - as edificações encontram-se implantadas de forma contínua em ambos os lados ao longo da via, possuindo gabarito elevado, de tal forma que a relação entre o gabarito e a distância entre fachadas seja superior a 0,2. No caso de gabarito dissimétrico, conforme mostrado na Figura 08, em seguida, será também considerada rua em “U”, se a relação do gabarito do lado mais baixo (H2) em relação à distância entre edificações (L) for igual ou superior a 0,2;
- rua de tecido urbano aberto - caracteriza-se pelo tecido urbano aberto, no qual as edificações se encontram implantadas de forma descontínua ou possuindo gabarito reduzido, no qual a relação entre esse e a largura da fachada é inferior a 0,2. Existe ainda um outro tipo particular de rua de tecido aberto, no qual só se encontram edificações em apenas um dos lados da via – Rua em “L”, como ilustrada na Figura 08.

Fonte: CETUR (apud SOUSA, 1996).

Figura 08 – Rua em “U” e Rua em “L” – Configurações

Na rua em “U”, as numerosas reflexões produzidas pelas fachadas das edificações apresentam papel preponderante nos níveis sonoros, fazendo com que, em muitos casos, os níveis medidos em andares superiores das edificações sejam superiores aos dos

andares inferiores, principalmente se essas fachadas estiverem revestidas com materiais altamente refletores. Esse tipo de configuração é muito comum em grandes centros urbanos e costuma-se denominar o campo sonoro gerado como campo sonoro reverberante parcialmente difuso.

Na rua em “L” e nas ruas demais ruas de tecido aberto, entre a fonte sonora e as fachadas das edificações não existem obstáculos (o nível sonoro diminui na medida em que o receptor se afasta da fonte) ou, quando existentes apenas ocorre uma simples reflexão (após esta, o ruído emitido por uma fonte se afasta, retorna, depois se afasta e desaparece em outra direção), não havendo, portanto, nenhuma reverberação importante. Assim, o campo sonoro produzido nesse tipo de configuração é denominado de campo direto.

O Quarteirão

Como visto na seção 1.2.3 do Capítulo 1, do ponto de vista da morfologia urbana, o quarteirão é o espaço agregador e ordenador dos demais elementos da estrutura urbana. Já, sob a ótica da acústica urbana, é definido como sendo “uma porção do espaço contíguo ao local da emissão do ruído, separado desta zona de emissão por um dique que cria uma ruptura na propagação sonora” (CETUR, 1981).

Da mesma forma que a rua caracteriza o local da fonte, o quarteirão caracteriza o local da recepção sonora. Assim sendo, o quarteirão parece ser a ferramenta de análise de base para qualificar os lugares exteriores, diferentes daqueles da fonte (CETUR, idem).

2.2.3 A Escala Urbana

Nesta escala, como abordado anteriormente, os elementos morfológicos que a compreendem correspondem aos bairros, as grandes infra-estruturas viárias, as grandes áreas verdes, etc.

A análise acústica urbana, neste nível, se dá a partir do estudo do envoltório do quarteirão - constituído pelas fachadas dos imóveis adjacentes e as fontes de ruído circunvizinhas. Isto inclui as fachadas externas -, tendo em vista que esse permite passar do estudo do ruído emitido para o da propagação, quando da gestão da forma urbana.

Uma vez examinadas as características do canal de propagação – Tecido Urbano, passa-se a abordar o último elemento do Modelo Sistêmico da Poluição Sonora Urbana, o Receptor (rever Figura 04).

2.3 Receptor

O ruído, que sempre foi uma manifestação das atividades humanas, tornou-se um incômodo com a evolução das estruturas sócio-econômicas, devido à circulação de automóveis e de transportes em geral. (...) Mas, o ruído não é unicamente fonte de incomodo. Ele é uma expressão de vida, é cheio de informações e define ambientes. (...) Como remediar os inconvenientes do ruído na cidade sem excluí-lo totalmente?". (CETUR, 1981).

Não obstante o reconhecimento dos benefícios e da função social do som na sociedade moderna – os exemplos são inúmeros, bastando citar as técnicas de diagnóstico e reconhecimento com utilização das altas freqüências dos sons, com aplicativos nas áreas da saúde, da segurança publica e da engenharia, entre outras –, a ciência acústica urbana estuda os sons com uma abordagem pelos efeitos adversos. Esta abordagem encontra justificativa, na medida em que, conhecidos os mecanismos fundamentais dos efeitos, suas prevenções estarão mais perto de serem realizadas.

2.3.1 Efeitos do Ruído

Como apontado, apesar dos sons apresentarem importância fundamental na sociedade atual, os sons diagnosticados como ruído potencialmente podem produzir efeitos adversos à saúde humana.

De acordo com WHO (1999), para se ter uma idéia da gravidade do problema, os seguintes dados são apresentados:

- globalmente estima-se que aproximadamente cento e vinte milhões de pessoas têm dificuldades de audição;
- mais da metade dos cidadãos europeus vive em locais barulhentos;
- nos EUA, em 1990, cerca de trinta milhões de pessoas eram expostas diariamente a níveis de ruído ocupacional (indústrias de processo e de fabricação) superiores a 85 dB(A), comparados com cerca (a maior) de 9 milhões de pessoas, em 1981;
- na Alemanha e em outros países desenvolvidos, o número de pessoas expostas a níveis de ruído superiores a 85 dB(A) é em torno de 4 a 5 milhões, representando cerca de 12% a 15% de todas as pessoas empregadas. Ainda na Alemanha, a perda de audição adquirida, que resulta em 20% ou mais da redução da habilidade de audição, é compensada. Em 1993, aproximadamente 12.500 novos casos foram registrados;
- a exposição prolongada ou excessiva ao ruído, seja na comunidade ou nos ambientes de trabalho, pode causar danos à saúde permanentes, tais como a hipertensão e doença isquêmica do coração;
- potencialmente o ruído pode afetar o desempenho de leitura, na concentração, na resolução de problemas e na memória. Perdas no desempenho podem ocasionar acidentes;
- o ruído acima de 80 dB pode aumentar o comportamento agressivo;
- uma ligação entre ruído em comunidade e problemas de saúde mental é sugerida, em função do aumento da demanda para tranqüilizantes e pílulas para dormir, da incidência de sintomas psiquiátricos e do número de admissões em manicômios.

Segundo o Programa Internacional sobre Segurança Química (WHO, 1999) *"um efeito adverso do ruído é definido como uma mudança na morfologia e na fisiologia de um organismo que resulta na perda da sua capacidade funcional, ou de uma perda desta*

capacidade para compensar o estresse adicional, ou um aumento da suscetibilidade de um organismo aos efeitos prejudiciais de outras influências ambientais. Esta definição inclui qualquer redução temporária ou de longo prazo do funcionamento físico, psicológico ou social humano ou de órgãos humanos".

Pelo exposto, os efeitos adversos do ruído se manifestam não só através de mudanças fisiológicas e psicológicas, mas também através de mudanças no comportamento social do homem. Esta definição está de acordo com a definição de saúde anteriormente explicitada, a seguir transcrita: *"a saúde não é somente a ausência de doenças, mas um estado completo de bem-estar físico, mental e social"* (WHO, 1995).

Desta forma pode-se dizer que o ruído é um problema de saúde ambiental, que tem significante contribuição para a perda da qualidade de vida e, conseqüentemente, para a não sustentabilidade das cidades.

Com efeito, de acordo com WHO (1999), isto se deve ao fato que a poluição sonora causa efeitos adversos à saúde humana – efeitos diretos ou efeitos primários (Ex: incômodo; interferências com a comunicação pela fala; etc.) e efeitos cumulativos ou efeitos secundários e terciários (Ex: estresse; risco de hipertensão e infarto; etc.) -, além de efeitos sócio-culturais, estéticos e econômicos (Ex: isolamento social; queda da qualidade acústica na vizinhança; e depreciação do valor dos imóveis). Observa-se ainda que esta forma de poluição pode afetar adversamente futuras gerações, considerando a degradação dos ambientes residenciais, sociais e de aprendizagem, envolvendo perdas econômicas. Não obstante, neste trabalho, só são abordados os efeitos adversos desencadeados no homem.

Globalmente os efeitos sobre o organismo humano podem se dar sobre o sistema/capacidade auditiva e sobre outras funções/sistemas fisiológicos. É segundo este critério que são descritos os efeitos do ruído.

2.3.1.1 Efeitos Auditivos

Consiste na perda da audição induzida pelo ruído. Esta perda da capacidade auditiva pode ter causa hereditária e estar associada a quatro macro fatores:

- ao próprio processo de envelhecimento natural humano (presbiacusia);
- à admissão de medicamentos (nosoacusia);
- à atividade social ruidosa (socioacusia);
- à atividade profissional ruidosa (Perda Auditiva Induzida por Ruído Ocupacional - PAIRO).

A PAIRO é intrinsecamente associada a exposição sonora elevada em ambientes de trabalho. Todavia, em países em desenvolvimento, como o Brasil, o ruído ambiental também pode estar contribuindo para a perda de audição.

A perda é definida por um aumento no limiar de audição, avaliada através de exame audiométrico e expressa em termos de dificuldade de se compreender a fala.

Segundo FIORINI (2002), o limite de normalidade audiométrica, considerado por médicos e fonoaudiólogos, compreende-se entre 20 DBNA e 25 DBNA (decibel nível de audição). Assim qualquer limiar audiométrico acima desta faixa indica uma perda auditiva que se pode apresentar sob diferentes graus. Normalmente esta perda ocorre, predominantemente, nas faixas de freqüências mais elevadas (3.000 – 6.000 Hz) e com efeito mais amplo na faixa de 4.000Hz.

A principal conseqüência social da perda auditiva é a incapacidade de se compreender a fala no dia-a-dia, o que é considerado uma grave deficiência social. Mesmo valores pequenos de perda da audição (10 dB medido acima de 2000 e 4000 Hz e acima das duas orelhas) podem prejudicar o entendimento da fala. Quando a perda auditiva excede

30dB (medido da mesma forma) a deficiência auditiva é notável (KATZ, BERGLUND e LINDVALL apud WHO, 1999).

2.3.1.2 Efeitos Não-Auditivos

Na categoria dos efeitos não-auditivos do ruído estão incluídos todos os efeitos adversos à saúde e ao bem-estar causados pela exposição sonora, com exceção daqueles relacionados a audição e ao seu mascaramento. Dentre esses se destacam os seguintes efeitos: distúrbios no sono, interferências com a comunicação pela fala, distúrbios nas funções fisiológicas, interferência no desempenho de tarefas, distúrbios na saúde mental, efeitos sociais e comportamentais e incômodo (sensação difusa de desprazer). Nesta tese, são abordados apenas os distúrbios no sono, a comunicação pela fala, os efeitos sociais e comportamentais e o incômodo. Caso o leitor deseje obter maiores informações sobre os demais efeitos, recomenda-se a leitura do trabalho intitulado "Guidelines for Community Noise", publicado em 1999 pela "World Health Organization" (WHO).

Distúrbio no sono (ver também Apêndice 9.6)

O sono é um estado de repouso relativamente frágil que pode ser interrompido através de estímulos diversos, dentre os quais o ruído.

Estima-se que 80 a 90% dos casos relatados de distúrbio do sono em ambientes ruidosos estejam associados ao ruído ambiental (WHO,1999).

A perturbação no sono aparece nos níveis compreendidos entre 45dB(A) e 55dB(A). Os valores recomendados pela OMS, para interior dos quartos, são L_{Aeq},8h igual a 30 dB e L_{Amax} igual a 45 dB (idem).

Conseqüências em longo prazo sobre a saúde, em função da redução da duração do sono, se traduzem, num sentido mais amplo, em perda da qualidade de vida.

Interferências com a Comunicação pela Fala (ver também Apêndice 9.6)

Sinais de fala constituem rápidas flutuações de pressão geradas pela voz, cuja maior parte da energia sonora situa-se entre 100Hz e 6000Hz, sendo mais importante entre 300Hz e 3000Hz.

Em presença de um ruído perturbador suficientemente forte, um outro som, cujo nível esteja no limiar de audição, não será percebido. Para que ele venha a ser ouvido, é necessário acrescermos uma quantidade n de decibéis. Neste caso diz-se que o ruído parasita (perturbador) provoca um efeito de mascaramento de n decibéis.

A fala, diante de ruídos simultâneos, pode sofrer um mascaramento, fazendo com que essa falta não seja compreendida pelo receptor. A esse efeito chamamos de interferência na comunicação que está se realizando pela fala.

Incômodo

O incômodo pode ser definido como *"um sentimento de desprazer associado a qualquer agente ou condição, conhecido ou acreditado por um indivíduo ou grupo, para afetá-los adversamente"* (LINDVAL e RADFORD, KOELEGA apud WHO, 1999).

Segundo FIELDS (apud WHO, 1999), em populações expostas ao ruído ambiental, este ruído varia de acordo com as características acústicas – fonte e exposição, e com fatores não-acústicos de natureza social, psicológica ou econômica, como medo associado a fonte geradora do ruído, convicção de que o ruído poderia ser reduzido pelas autoridades, sensibilidade individual ao ruído e se o ruído é originário de uma importante atividade econômica.

Foram realizadas enquetes psicosociológicas na França envolvendo indivíduos residentes no entorno de aeroportos, objetivando evidenciar a relação entre o grau de incômodo percebido pela população e os níveis de exposição ao tipo de ruído. Os

resultados da pesquisa, indicaram as variáveis afetivas que parecem intervir no incômodo individual são as seguintes:

- sentimento de poder ou não controlar a fonte de ruído;
- julgamento sobre a importância e o valor da atividade produzindo ruído;
- atividade do indivíduo no momento em que ele escuta o ruído;
- atitude face ao meio ambiente em geral;
- sensibilidade ao ruído (muito, média ou pouco sensível);
- convicção de que o ruído das aeronaves pode afetar a saúde;
- medo associando o evento sonoro à possibilidade de ocorrência de acidente (temor da queda acidental de uma aeronave).

A pesquisa, adicionalmente, identificou as variáveis não acústicas, de natureza física que podem exercer influência sobre o incômodo. Elas são o ambiente, o período do dia no qual o ruído é produzido, estação do ano, previsibilidade do ruído (os previsíveis são menos estressantes que os imprevisíveis), controle eventual sobre a fonte de ruído (quem não o controla é mais incomodado) e a duração da exposição ao ruído (após longa exposição o incômodo pode não diminuir, chegando mesmo a ser notado um acréscimo).

Variáveis demográficas como idade, sexo e *status* sócio-econômico são associados com menos intensidade ao incômodo. A correlação entre a exposição ao ruído e o incômodo é maior para grupos do que individual (WHO, 1999). Dados de quarenta e duas pesquisas mostram que em grupo cerca de 70% da variação no incômodo é explicada pelas características da exposição, enquanto que individual é explicado a 20% (JOB apud WHO, 1999).

Fortes reações de incômodo são observadas quando o ruído é acompanhado de vibrações e contém componentes de baixa freqüência. Ou quando o ruído contém impulsos, como o barulho de um tiro. Ocorrem fortes reações, porém temporárias,

quando a exposição ao ruído aumenta com o tempo, se comparadas com situações de exposição constante (WHO, 1999).

Efeitos Sociais e Comportamentais

Segundo WHO (idem), o ruído, além do incômodo, pode produzir um grande número de efeitos sociais e de distúrbio comportamentais. Esses efeitos incluem as mudanças nos padrões comportamentais diários (o fechamento de janelas, o não uso de sacadas e o uso de TV e rádio em níveis sonoros mais altos, com conseqüentes reclamações junto as autoridade), as mudanças adversas no comportamento social (agressão, inimizades e falta de participação), as mudanças adversas nos indicadores sociais (mobilidade residencial, entradas em hospitais, consumo de drogas e altos índices de acidentes) e as mudanças no humor (infelicidade e depressão).

Embora as mudanças no comportamento social estejam associadas a exposição ao ruído, ela não é suficiente para produzir comportamentos agressivos. Entretanto, o ruído acima de 80dB(A), combinado a situações de provocações ou a raiva e hostilidade preexistentes, pode desencadear a agressão. Suspeita-se, também, que as pessoas tendem a ser menos prestativas, durante a exposição e posterior a ela (idem,idem).

2.3.2 Avaliação dos Efeitos do Ruído

A percepção dos sons pelo receptor – o homem, depende de propriedades e características de natureza acústica e de naturezas não-acústicas.

De uma maneira geral, as características de natureza acústicas são associadas aos fenômenos e mecanismos físicos das emissões sonoras propriamente ditas.

As características não-acústicas estão associadas às propriedades e mecanismos físicos dos meios de propagação e às características físicas e emocionais do receptor.

Embora já tinham sido abordados na seção anterior, a título introdutório, cita-se estas últimas (WOOSLEY, 2000):

Físicas:

- tipo de vizinhança;
- período do dia;
- estação do ano;
- previsão do ruído;
- controle sobre a fonte de ruído;
- período do tempo que um indivíduo é exposto ao ruído.

Emocionais:

- sentimento sobre a necessidade ou prevenção do ruído;
- julgamento da importância e do valor da atividade produtora de ruído;
- atividade sendo realizada no momento;
- atitudes sobre o meio ambiente;
- sensibilidade geral ao ruído;
- crença sobre os efeitos adversos do ruído sobre a saúde;
- sentimento de medo associado ao ruído.

Entre as características acústicas – físicas, cita-se:

- intensidade – é a medida da quantidade de força em um som, em um dado local, medida em decibéis. Normalmente, não se pensa em som em termos de sua força. Com efeito uma grande orquestra que emite níveis de ruído de aproximadamente 90 db(A) produz cerca de 60 watts de potência;
- conteúdo freqüencial - a maioria dos sons podem ser compreendidos como energia acústica distribuída sobre uma variedade de freqüências. Define-se tons puros como aqueles que têm a energia concentrada em uma estreita banda de

freqüência. Sons com conteúdo espectral centrado em altas freqüências (acima de 2.000 Hz) são considerados capazes de causar mais incômodo do que aqueles centrados em baixas freqüências (inferior a 500 Hz);

- padrão temporal - a natureza temporal do som inclui fatores como continuidade, flutuação, impulsividade e intermitência.

Estas características físicas (objetivas) são percebidas subjetivamente pelo receptor. Essa percepção – ao mesmo tempo, objetiva e subjetiva, depende das características do ouvido humano e da habilidade de processar e compreender o som.

A percepção subjetiva da intensidade é conhecida como sonoridade (*loudness*) e a da freqüência como *pitch*. Ademais existe o timbre, que capacita os indivíduos a distinguir dois sons que possuem o mesmo *pitch* e a mesma sonoridade.

Na tese, de todas estas características acústicas, será abordada apenas a sonoridade em função de sua importância para a avaliação dos efeitos do ruído.

2.3.2.1. Sonoridade (*Loudness*)

A característica subjetiva do som que retrata a forma pela qual a sua intensidade objetiva é percebida denomina-se sonoridade (*loudness*). Pode-se dizer que a sonoridade lida com a magnitude da sensação da audição.

A sonoridade foi estabelecida a partir de experimentos onde se comparou a percepção da intensidade de tons puros (senoidais) de freqüências e níveis diferentes, com um tom puro na freqüência de 1000Hz, para uma população estatisticamente representativa. O resultado de tais experimentos culminou na elaboração de curvas isofônicas que são linhas que unem todos os pontos que parecem possuir a mesma intensidade, sendo, por isto, chamadas de curvas de igual sonoridade (*equal loudness contour*).

A cada curva de igual sonoridade é associado um valor numérico em fones, que foi escolhido como o nível de pressão sonora no ponto onde esta curva atravessa a linha correspondente à freqüência de 1000 Hz. Todos os pontos pertencentes a mesma curva têm a mesma sonoridade em fones. Diz-se que um som de n fones é aquele que produz a mesma sensação de intensidade que um som de n decibéis e de freqüência 1000Hz.

Fone

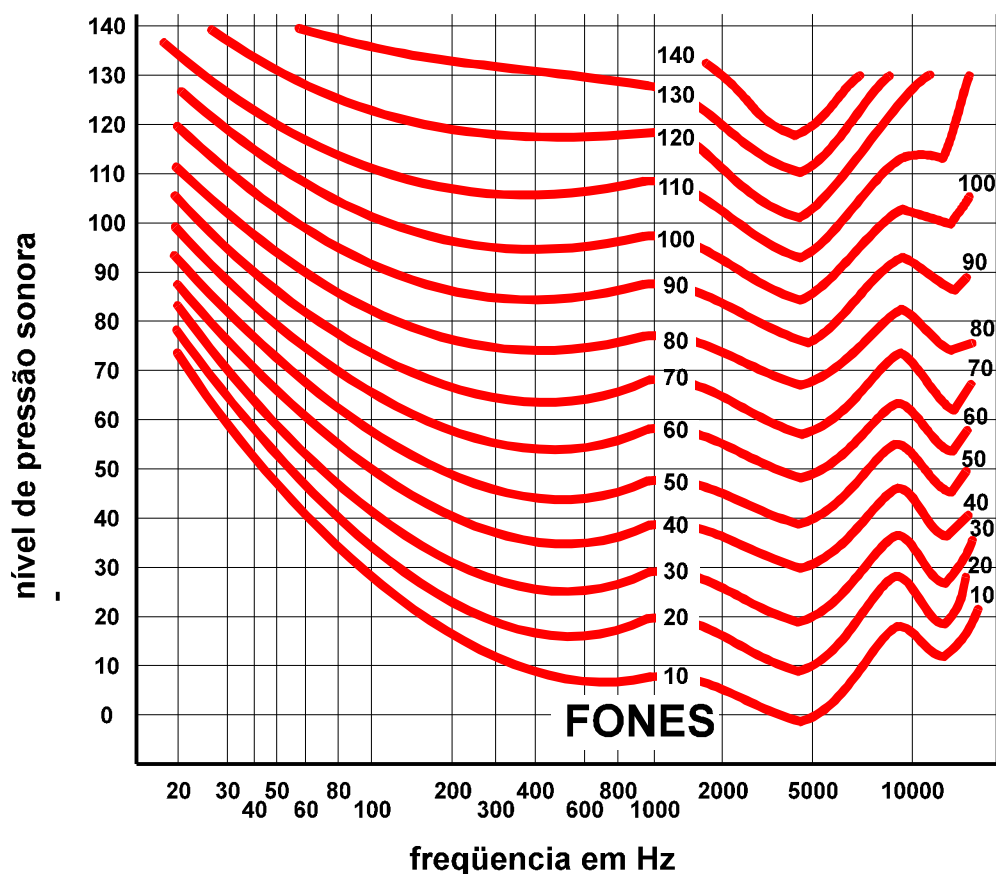
Observando-se as curvas isofônicas, apresentadas na Figura 09, verifica-se que a audição humana é menos sensível (mais surda) a baixas, do que a médias ou altas, freqüências. Por exemplo, 60dB a 400Hz é considerado alto, quase 70 fones, no entanto os mesmos 60 dB a 63Hz, correspondem apenas a 40 fones.

Fonte: LALANNE (apud SOUSA, 1996).

Figura 09 – Curvas Isofônicas

Verificou-se em diversas experiências realizadas que a sensação da intensidade sonora é duplicada quando o número de fones aumenta de 10. Em função deste resultado, foi proposta uma outra unidade - o sone - para expressar esta propriedade da sensação de intensidade sonora.

As relações entre sone e fone e vice-versa são expressas por expressões matemáticas (ver Apêndice 9.7). O cálculo permite construir uma escala associando um nível aceitável do ruído (expresso em fones) a uma utilização de um espaço físico:

- zero fone corresponde ao limiar de audibilidade;
- 20 fones correspondem ao ruído admissível nos estúdios ;
- 30 fones correspondem ao ruído admissível nos hospitais;
- 35 fones correspondem ao ruído admissível em cinemas e teatros;
- 45 a 50 fones correspondem ao ruído admissível em apartamentos;
- 55 a 60 fones correspondem ao ruído admissível em escritórios;
- acima de 60 fones, não sendo considerado como perturbador ou insuportável, os ruídos tornam-se incômodos e começam a perturbar uma conversação normal;
- acima de 80 fones os ruídos tornam-se claramente cansativos e com efeitos nocivos;
- acima de 100 fones todo ruído é perigoso para longas exposições, pois ocasiona efeitos adversos como o cansaço, o nervosismo, a perda de audição, a dor de cabeça, etc.

Devido à complexidade da avaliação da sonoridade de um som complexo (ver também Apêndice 9.6, item 3) foram propostos métodos simplificados de avaliação subjetiva do ruído, que podem ser fisicamente realizados por sistemas de medição dotados de filtros eletrônicos de ponderação (projetados a partir das curvas isofônicas). Tais sistemas de medição são chamados de sonômetros ou decibelímetros.

Os filtros de ponderação procuram reproduzir, para diversas faixas de freqüências e diversas intensidades sonoras, a resposta do ouvido humano.

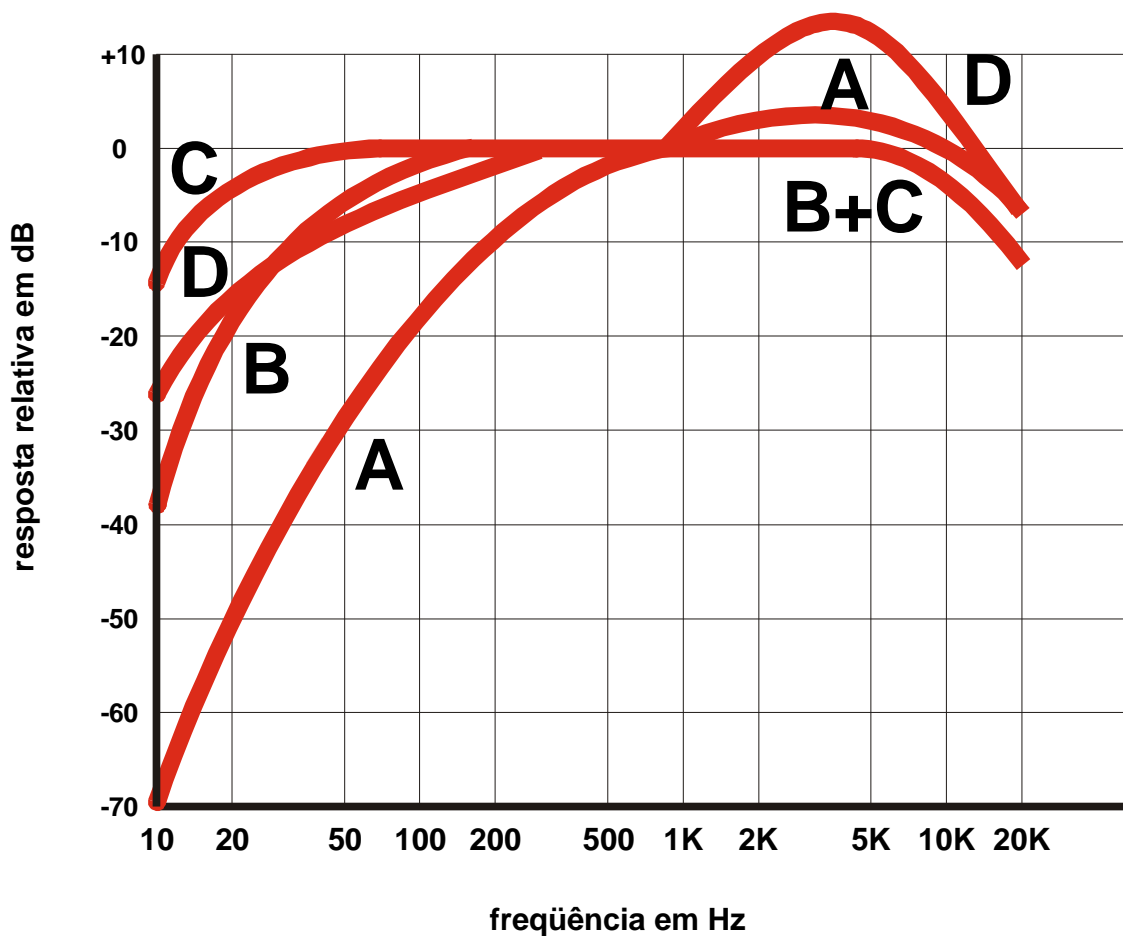
Um decibelímetro pode fornecer a medida de um nível de ruído para vários tipos de ponderação: "A", "B", "C", etc, mostradas na Figura 10, a seguir:

Fonte: LALANNE (apud SOUSA, 1996).

Figura 10 – Curvas de Ponderação

Inicialmente a curva de ponderação "A" foi adotada para baixos níveis de ruído, a de ponderação "B" para níveis médios e a de ponderação "C" para níveis altos.

A curva de ponderação “A” foi proposta para baixos níveis de intensidade pelos seguintes motivos:

- correlaciona razoavelmente bem com danos à audição;
- facilmente implementada em uma rede de filtro;
- facilmente medida, sendo o nível global um único número;
- utilizada na maioria das legislações e normas.

Não obstante, atualmente a curva de ponderação "A" está sendo adotada universalmente para a avaliação subjetiva do ruído, independentemente se os níveis são médios ou altos. Observa-se que esta postura tende a desprezar as energias contidas nas faixas de baixa freqüência, mascarando situações de elevada exposição sonora, em baixa freqüência.

O filtro de ponderação “A” é simétrico, com relação à linha de 40 dB, da curva de 40 fones. Se, por exemplo, formos medir níveis de ruído abaixo de 55 dB, será utilizada a curva "A" de valor de nível sonoro e as medidas serão expressas em dB(A).

Quadro 10 - Valores da Ponderação “A” para as Faixas de Oitavas Normalizadas

Freqüência	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Pond. A	-39.4	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1.0	-1.1

O filtro de ponderação “B” é simétrico, com relação à linha de 70dB, da curva de 70 fones.

O filtro de ponderação “C” é simétrico, com relação à linha de 100dB, da curva de 100 fones (quase plana).

O filtro de ponderação “D” foi desenvolvido para ruído de vôo de aeronaves (penaliza as altas freqüências), simétrico, com relação à linha de 40dB, da curva de 40PNdB.

2.3.2.2 Métricas

Um som ambiente pode ser pensado como composto por um grande número de sons parciais, cada um deles constituído de contribuições em diferentes bandas de freqüência. Se o som ambiente assim for visualizado, qualquer paisagem sonora urbana, ainda que pudesse ser gravada totalmente, tendo em vista o conjunto das contribuições dos sons, produziria uma enorme quantidade de informações, cujo conjunto seria não apropriado como subsídio a tomada de decisão. Assim sendo adota-se um indicador para a avaliação dos efeitos do ruído que reduz o volume das informações desses níveis a uma quantidade que seja ainda adequada, porém fácil de se manusear (CE, 2000a).

O primeiro passo do processo de definição dos indicadores de avaliação efeitos do ruído consiste na redução da informação freqüencial e no percurso dos cinco passos subseqüentes, descritos resumidamente a seguir e visualizados na Figura 11, (CE, idem).

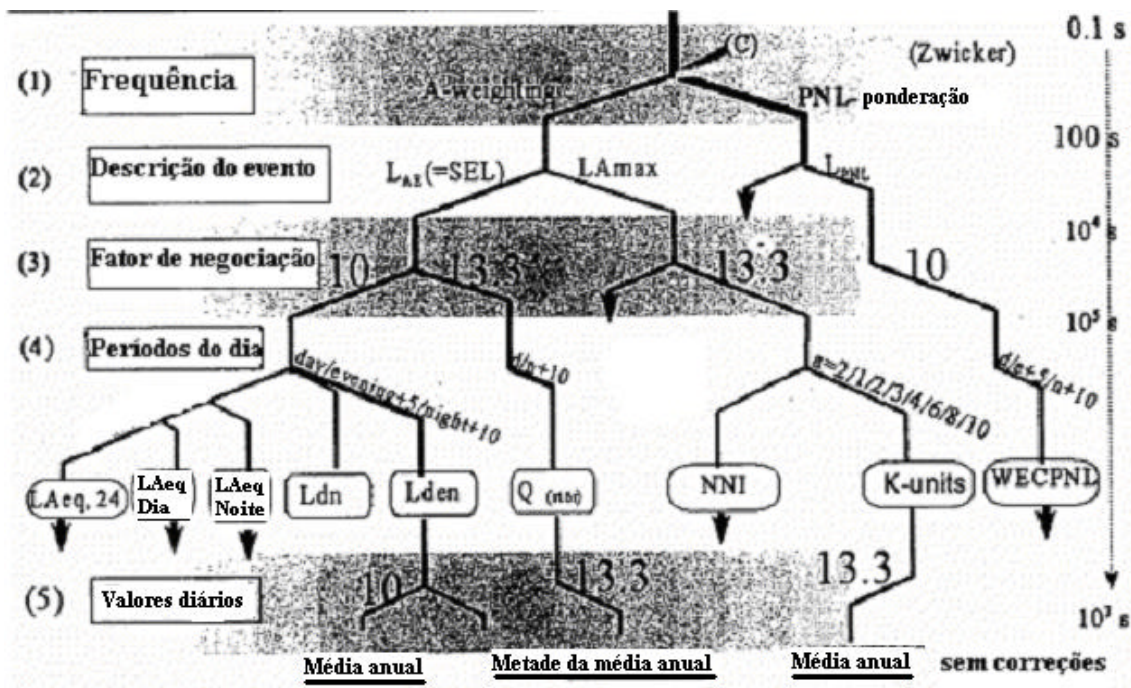
1. redução do conteúdo frequencial para um valor; geralmente, se utiliza a ponderação “A”;
2. obtenção de um valor por evento; existem duas possibilidades: soma energética, resultando na família L_{Ax} ou nível máximo por evento, resultando na família $L_{Amáx}$;
3. soma de um número de eventos por período do dia (dia, entardecer, noite); dois procedimentos são usuais: soma energética, a qual dá o L_{Aeq} por evento ou soma com um fator de ponderação de 13.3 (fator de negociação);
4. soma e média diária para 24 horas (dia/entardecer/noite), na forma sem ajustes e na elaborada com ajustes;
5. soma energética e média, considerando um horizonte de longo prazo, podendo ainda este passo ser quebrado em períodos semana/fim de semana, períodos do dia no verão/inverno, com ou sem ponderação.

Fonte: CE, 2000a.

Figura 11 –Árvore das Famílias de Métricas.

De acordo com CE (idem), os indicadores são classificados em:

- indicadores básicos – contêm somente poucas suposições sobre a ligação com os efeitos e podem ser considerados como sendo quantidades puramente físicas;
- indicadores compostos – são derivados dos básicos, pela combinação entre esses em uma ou mais formas: ponderações dia/entardecer/noite, médias sobre períodos longos; têm por objetivo produzir uma avaliação de uma situação de ruído, a qual ocorre sobre um longo período, como por exemplo, meses ou anos;
- indicadores complexos – cobrem situações de exposição combinada com outras fontes, ou combinada com outras fontes de incômodo, e/ou considera o impacto na população; podem ser utilizados para fins de mapeamento sonoro e avaliação do impacto; um indicador amplamente utilizado é a quantidade de pessoas expostas ao ruído.

Ainda segundo CE (idem), os indicadores podem ser utilizados para diferentes propósitos, dependendo do nível de agregação no espaço e no tempo, como a seguir se indica:

a) Indicadores básicos:

- adequados para lidar com queixas e situações não usuais; inadequados para uma avaliação em longo prazo.

b) Indicadores compostos:

- úteis para uma política global de redução do número de pessoas afetadas; aplicáveis em planejamento do uso do solo;
- aplicáveis em planejamento do uso do solo, zoneamento e atividades relacionadas com o controle de ruído;
- simplificação de estimativa de dose-resposta;
- simplificação de mapeamento;
- fáceis de serem entendidos por políticos, planejadores e pelo público em geral.

c) Indicadores complexos:

- úteis para a comparação entre países, regiões, cidades ou partes de cidades;
- úteis na comparação de diferentes tipos de fontes;
- facilidade de se estimar níveis, nas situações em que duas ou mais diferentes fontes ocorram simultaneamente.

Os critérios para a seleção do indicador dependem, não só da validade científica, mas, também, de como ele será utilizado na prática e aplicável pela legislação. Em CE (idem) são apresentados alguns critérios descritos, nomeados a seguir:

- validade – relação com os efeitos;
- aplicabilidade prática – fácil de calcular, a partir de dados disponíveis ou através de medição, utilizando equipamentos/instrumentação;
- transparência – fácil de se explicar e tão simples quanto possível; relações com unidades físicas; pequeno número de indicadores – preferivelmente um;
- *enforceability* - [5]uso do indicador na avaliação de mudanças ou quando limite estabelecido é excedido;
- consistência – com a prática atual.

Como se pode observar na Figura 11 (já referida), existem basicamente duas grandes famílias de métricas de ruído – a família baseada na ponderação "A" (associada à sonoridade) e a família PNL.

Os indicadores básico e composto, das duas famílias usualmente utilizadas, são em seguida brevemente nomeados.

O leitor que desejar informações suplementares e mais detalhadas sobre o tema deverá reportar-se ao Apêndice 9.8.

Família dB(A)

(associada à sonoridade)

a) Indicadores Básicos

- $L_A(t)$, nível de pressão sonora instantâneo ponderado em A;
- Lamáx, nível máximo de pressão sonora ponderado em A;
- ASE (*A-weighted Sound Exposure*), exposição sonora ponderada em A; a unidade da exposição sonora é o PASQUES.

[5] Propriedade do indicador em favorecer a aplicação do requisito da legislação ou regulamentar.

- ASEL A (*Sound Exposure Level*), nível de exposição sonora, ponderação A);
- LAeq (*Equivalent Sound Pressure Level*), nível de pressão sonoro equivalente, ponderado em A.

b) Indicadores Compostos

- Ldn (*Day Night Sound Level),* nível sonoro dia-noite;
- $L_{dn\,(Y)}$ (*Yearly day-night Sound Level*), nível sonoro dia-noite anualmente;
- L_N (*Percentil Levels*), níveis estatísticos; os níveis estatísticos mais utilizados são: L_{10}, L_{50} e L_{90} (nível de ruído que é superado em 10%, 50% e 90% do tempo considerado);
- Lden (*Day-evening-night level*), nível sonoro dia-entardecer-noite.

Família PNL

- PNL (*perceived noise levels*): dB(D);
- PNL Noy: associada a ruidosidade (*noisyness*).

São métricas específicas para avaliar o incômodo causado pelo ruído aeronáutico.

Tendo em vista suas complexidades de medição e interpretação elas estão cedendo lugar para as métricas da família dB(A), que têm trazido alguns progressos, apesar das suas limitações por simplificação.

Indicadores Complexos

Os indicadores complexos não estão mostrados na Figura 11 pela razão de incluírem unidades de exposição referidas a variáveis não objetivas, de natureza afetiva (por exemplo).

Um indicador usual é a referência a quantidade de pessoas expostas ao ruído.

Indicador "Estimativa da Percentagem da População Incomodada"

Devido à existência de vários indicadores relacionados especificamente com as atividades desenvolvidas sentiu-se a necessidade de se estabelecer um único indicador capaz de sumariar os efeitos na saúde e no bem-estar, como resposta as reações adversas do ruído nas pessoas. Uma medida dessa resposta é a percentagem das pessoas da população objeto da avaliação que se sentem altamente incomodadas por um ruído de nível específico.

Segundo EPA (apud SOUSA, 1996) a percentagem de pessoas altamente incomodadas é preferivelmente utilizada, ao invés da percentagem das pessoas incomodadas, devido a uma série de razões. Uma dessas razões, e talvez a mais importante, é que pessoas quando são altamente incomodadas pelo ruído, os efeitos das varáveis não acústicas são reduzidos e a correlação entre exposição do ruído e a reação subjetiva expressa é alta. Isso não significa que as pessoas possuem a mesma susceptibilidade ao ruído. Como anteriormente abordado, dentre um mesmo grupo de pessoas as respostas ao ruído podem variar sensivelmente, dependendo de uma série de fatores tais como experiências anteriores, status sócio-econômico, coesão política e outras variáveis sociais.

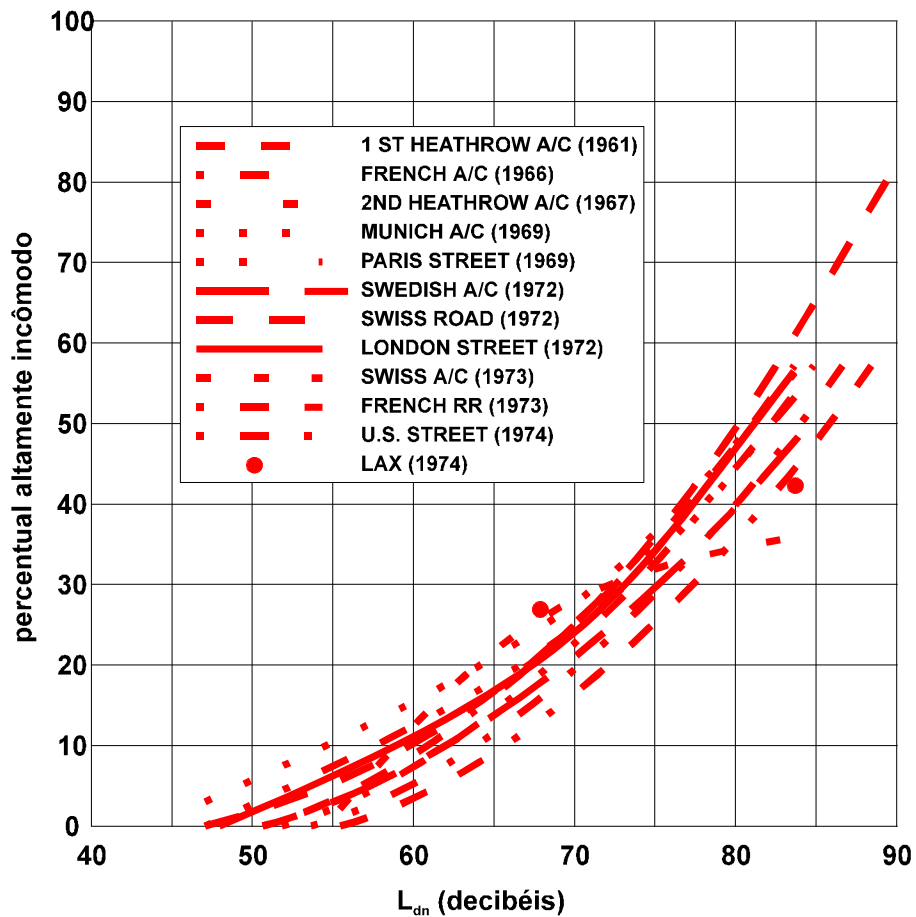
Os resultados obtidos a partir de dezenove levantamentos sociais realizados em nove países associados ao ruído aéreo, tráfego urbano, tráfego de auto-estradas e tráfego de ferrovias, permitiram concluir que a relação estatística entre a percentagem da população incomodada e o nível de ruído é essencialmente independente da fonte de ruído. E os resultados dessa síntese mostram claramente que a melhor forma de representação das respostas para o nível médio de ruído é fornecida por uma função curvilínea como mostra a Figura 12, que resume os dados de incômodo referentes a doze levantamentos realizados, demonstrando uma boa correlação entre eles.

Fonte: EPA apud SOUSA (1996).

Figura 12 – Curvas de Dose-Resposta para Incômodo

Baseados nestes dados SCHULTZ propôs uma equação - “a mais comum disponível estimativa de incômodo público devido a fontes de transporte de todos os tipos”, relacionando percentual das pessoas altamente incomodadas (% HA) e day-night sound level:

$$\% HA = 0.8553\, L_{dn} - 0.0401\, L_{dn}^{2} + 0.00047\, L_{dn}^{3}$$

Onde:

- % HA = percentual da população altamente incomodada;

- L_{dn} = day-night sound level.

Baseadas em duas funções de potência uma outra versão pode ser expressa quando é sugerida uma explicação para o procedimento representado na equação anterior:

$$\% \, HA = \frac{\left(1.24 \times 10^{-4}\right)\left(10^{0.103 \, L_{dn}}\right)}{\left(143 \times 10^{-4}\right)\left(10^{0.08 \, L_{dn}}\right) + (0.2)\left(10^{0.03 \, L_{dn}}\right)}$$

Na ausência de qualquer outro tipo de estudo correlacionando resposta da população e níveis de ruído de outras fontes diferentes da de transporte, alguns guias americanos utilizam a equação acima para o cálculo da percentagem de pessoas incomodadas.

Uma outra função distinta da anterior, a partir da combinação de dados de levantamentos sociais no entorno do aeroporto, Heathrow na Inglaterra, e de outro aeroporto americano, realizada por um grupo de estudo do *Environment Protection Agency* (EPA), foi desenvolvida e é expressa da seguinte maneira:

$$\% \, HA = 1.8 \, (L_{dn} - 46)$$

Outra função similar foi desenvolvida por um outro grupo, sendo expressa da seguinte forma:

$$\% \, HA = 2 \, (L_{dn} - 50)$$

Apesar de todos estes estudos serem realizados baseados em ruídos aeronáuticos, existem diferenças básicas na definição de pessoas altamente incomodadas. Uns utilizam uma escala de, no máximo, dois graus de incômodo e outros, três graus.

Contudo, os autores confirmam que essa definição de incômodo não afeta as conclusões alcançadas porque os descritores são requisitados para protegem a saúde pública e o bem-estar com uma adequada margem de segurança.

Segundo a WHO (1995) outros autores afirmam que esse critério de percentual de pessoas altamente incomodadas (%HA) possui inerentes problemas metodológicos, sumariados abaixo:

- a seleção dos efeitos variáveis reais (sentimento de incômodo, distúrbio na comunicação, danos à saúde física), assim como o empregado ponto de cisão (não perturbado, perturbado ou fortemente perturbado, etc) basicamente são arbitrários, podem ser manipulados e também afetar a forma da função dose-efeito;
- os critérios respostas, particularmente os sócio-psicológicos, não são independentes do contexto acústico;
- os índices baseados em média ignoram a variância individual. Eles são justificados para alguns propósitos, mas se utilizados dentro da função dose-efeito o prognóstico das respostas individuais ao ruído irão ser fortemente superestimadas.

Não obstante, este indicador foi recentemente recomendado pelo grupo de trabalho dose/resposta da CE para ser utilizado como descritor do incômodo em uma população.

O Quadro 11 apresenta valores-guia para ruído em comunidade, considerando-se ambientes externos e internos, apresentando também a faixa de efeitos críticos à saúde.

Quadro 11 – Valores-Guia para Ruído (em comunidade e em ambientes específicos).

Ambiente específico	Efeitos críticos à saúde	Nível sonoro LAeq(dB)	Tempo em horas	LAmax "fast" d(B)
Áreas residenciais externas	Sérios incômodos, dia e entardecer Moderado incômodo, dia e entardecer	55 50	16	- -
Residências, interior Interior de quartos de dormir	Inteligibilidade da fala e moderado incômodo, dia e entardecer Distúrbio no sono, noite	35 30	16 8	 45
Exterior de quartos de dormir	Distúrbio no sono, janela aberta (valores externos)	45	8	60
Salas de aula escolares e pré-escolares, interior	Inteligibilidade da fala, distúrbio na extração da informação, comunicação da mensagem	35	Durante a aula	-
Quartos de pré-escola, interior	Distúrbio no sono	30	Horário de dormir	-
Escola, exterior de playground	Incômodo (fonte externa)	55	durante atividade	-
Hospitais, "ward rooms", interior	Distúrbio no sono, noite Distúrbio no sono, dia e entardecer	30 30	8 16	40 -
Hospitais, salas de tratamento, interior	Interferência com o descanso e a recuperação	# 1		
Áreas indústrias, comerciais, shopping e de tráfego, interior e exterior	Perda de audição	70	24	110
Cerimônias, festivais e entretenimento	Perda de audição ("pessoas"< 5 vezes/ano)	100	4	110
Recebimento de público	Perda de audição	85	1	110
Música escutada com fone de ouvido e "headphone"	Perda de audição	85	1	110
Sons impulsivos de brinquedos, fogos e armas de fogo	Perda da audição (adultos) Perda da audição (crianças)	- -	- -	140#2 120#2
Exterior em áreas de parques e de conservação	Interrupção da tranqüilidade	#3		

Nota: #1: tão baixo quanto possível;

#2: pressão sonora de pico (não LAmax, "fast"), medido a 100m do ouvido;

#3: existindo áreas tranqüilas no exterior deverão ser preservadas e a razão do ruído intrusivo e o ruído de fundo deverão ser mantidos baixos);

#4: em baixo dos "headphones", adaptado a valores de campo livre.

Fonte: WHO (1999).

O Capítulo 3 seguinte, intitulado GESTÃO DA POLUIÇÃO SONORA URBANA – ESTADO DA ARTE, descreve como se pode gerir a poluição sonora urbana por intermédio da adoção de medidas/instrumentos, considerando-se a fonte, o caminho e o receptor, ou seja, a cadeia da poluição sonora explicitada neste capítulo.

3. GESTÃO DA POLUIÇÃO SONORA URBANA – ESTADO DA ARTE

Segundo HEDE (apud WHO, 1999), é possível estabelecer uma relação do tipo exponencial entre o nível do crescimento econômico de um país e o grau de poluição sonora que impacta sua população, desde que não tenham sido realizadas e postas em prática nos últimos tempos intervenções reguladoras ou normatizadoras. Com efeito a sociedade ao desenvolver-se aumenta o grau de urbanização e de industrialização e a extensão de seu sistema de transporte. Cada um destes crescimentos acarreta o aumento da poluição sonora, que precisa ser reduzida e contida, visando a proteção da saúde e a melhoria da qualidade de vida da população.

Ainda segundo WHO (idem) a relação se exprime através de uma função do tipo exponencial, de acordo com a Figura 13.

Observando-se a Figura 13, três cenários podem ser identificados, a saber:

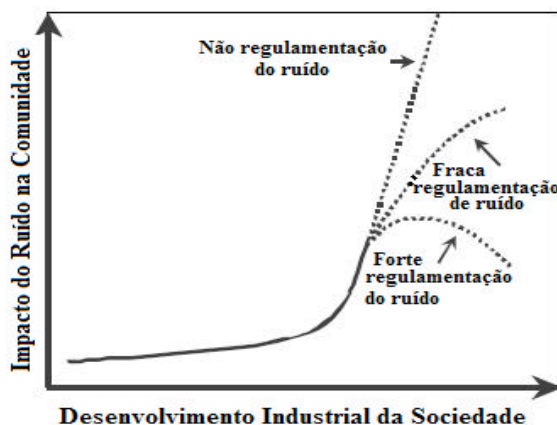
- ***Cenário tendencial*** - sem qualquer tipo de regulamentação. O impacto do ruído não é controlado, podendo desencadear efeitos adversos sobre toda a população;
- ***Cenário de sucessão 1*** – com regulamentação. O impacto ambiental sonoro é reduzido, porém não é possível contê-lo;
- ***Cenário de sucessão 2*** **–** com regulamentação forte e efetiva. É possível reduzir e conter o impacto ambiental sonoro na população.

Fonte: WHO, 1999.

Figura 13 - Relação Desenvolvimento Econômico e Poluição Sonora Urbana.

Ainda valendo-se de WHO (1999), o nível de impacto de ruído a ser considerado como aceitável para uma dada população irá variar de sociedade para sociedade, de acordo com o valor atribuído ao bem-estar, em relação a outras prioridades existentes.

Normalmente, em países em desenvolvimento (como o Brasil), diferentemente dos países desenvolvidos, verifica-se a ocorrência dos dois primeiros cenários. Com efeito, o Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP) publicou, em 1992, o relatório “The State of the Environment - Saving our Planet” no qual é citado que o problema do ruído tem cada vez crescido mais, em particular em alguns centros urbanos de países em desenvolvimento, como por exemplo Manila, Bangkok e Cairo, entre outros. O documento citado identifica como causa o progresso técnico e a urbanização e, conseqüentemente, o aumento do tráfego nestas cidades GOTTLOB (apud SOUSA, 1996).

Entre outras razões isto se deve ao fato de que é conferido em grau menor de prioridade à gestão da poluição sonora do que aquele conferido a outras questões, tais como educação, emprego, saúde, entre outras. Até mesmo considerando somente o “portfolio” ambiental, questões tais como qualidade do solo, do ar, da água, assim como a minimização dos resíduos urbanos, usualmente são as que ocupam papel central na agenda política pública ambiental, em detrimento da prevenção e controle da poluição sonora.

De acordo com WHO (1999), a poluição sonora tende cada vez mais a aumentar, em função de um número de tendências que são consideradas insustentáveis em longo prazo. A OCDE (apud WHO, 1999) identificou os seguintes fatores que teriam importância relevante no futuro:

- o aumento do uso de fontes sonoras, cada vez mais potentes;
- a expansão de dispersão geográfica das fontes sonoras, em conjunto com a maior mobilidade individual das pessoas (receptores do ruído) e um aumento das áreas de lazer;
- a invasão crescente do ruído, particularmente nos fins de semana;

- as mudanças sistêmicas nas práticas de negócios, como, por exemplo, a adoção do conceito *just-in-time* no transporte, de produtos e componentes, que são "estocados" durante o trajeto e nos veículos dos modais de transporte e não mais em armazéns.

Outros fatores podem ainda ser citados, a saber: a falta de uma política eficaz no presente, a construção de edificações de baixa qualidade acústica, etc.

Como se depreende torna-se imperiosa a implementação de uma gestão da poluição sonora, não só nos países desenvolvidos, como já ocorre, mas, sobretudo, nos países em desenvolvimento. Para tal existem diversos instrumentos e medidas que podem ser utilizados objetivando a eliminação, a redução para níveis aceitáveis ou, ainda, o impedimento da ocorrência dos efeitos adversos da poluição sonora.

Estes instrumentos e medidas, para fins de exemplificação, podem ser assim agrupados: legais e regulatórios, de planejamento, tecnológicos, econômicos, de pesquisa, educação e informação. Eles são descritos no Quadro 12.

Tais instrumentos e medidas inserem-se num contexto de diferentes níveis de intervenção e apresentam uma forte ligação entre eles que necessita ser explorada, a fim de se alcançar uma maior eficácia (PARTIDÁRIO, 2001). Esta maior eficácia pode ser obtida quando estas medidas e instrumentos encontram-se estruturadas no âmbito de Programas, Planos e de uma Política Pública.

Quadro 12 – Instrumentos/Medidas de Gestão da Poluição Sonora Disponíveis

1	Instrumentos/medidas legais	Exemplos
1.1	Controle das emissões de ruído	Padrões de emissão para transportes aéreo, ferroviário; marítimo, rodoviário e para a operação de equipamentos de construção civil e outros; Plantas industriais; Selo ruído; etc.
1.2	Mapeamento e modelagem da exposição sonora	Mapeamento e modelagem (incluindo monitoramento) da exposição sonora em torno das principais fontes de ruído (estradas, aeroportos, indústrias, etc.)
1.3	Controle na propagação de ruído	Regulamentação nas medidas de obstrução de som (barreiras acústicas).
1.4	Controle das imissões de ruído	Estabelecimento de níveis limites para a exposição sonora, notadamente, para áreas que contemplem atividades sensíveis ao ruído
1.5	Limites de velocidade em veículos terrestres	Limitação em áreas residenciais, escolares, de hospitais.
1.6	Requerimentos mínimos para propriedades acústicas das edificações/Código de Obras	Isolamento de edificações; métodos construtivos.
1.7	Fiscalização	Atendimento e registro de reclamações; monitoramento.
1.8	Negociação e mediação	Adoção de um mediador num processo judicial.
1.9	Políticas, Planos e Programas	Política de gestão da poluição sonora urbana, Programas de redução de ruído, etc.
1.10	Avaliação prévia de impactos sonoros de projetos	EIA/RIMA
1.11	Restrição de horários de operação de equipamentos	Proibição de coleta de lixo noturna.
2	**Instrumentos/medidas de planejamento**	
2.1	Planos urbanísticos	Planos Diretores, Planos Estratégicos, Lei de uso e ocupação do solo, etc.
2.2	Implantação das edificações	Aumento da distância entre a fonte e o receptor; distribuição de usos do solo compatíveis com ruído; localização edificações tipo barreira paralela à fonte de ruído (estradas); orientação das edificações oposta à fonte de ruído, etc.
2.3	Programação da edificação	Orientação de compartimentos habitáveis e não habitáveis (quarto, sala / cozinha e banheiro) com relação à fonte de ruído.

Quadro 12 – Instrumentos/Medidas de Gestão da Poluição Sonora Disponíveis (cont.)

3	**Instrumentos/medidas tecnológico(a)s**	**Exemplos**
3.1	Redução da emissão sonora por modificação da fonte	Superfícies de estrada de baixo ruído; mudanças na propriedade de máquinas e equipamentos
3.2	Inovação tecnológica (tecnologias sustentáveis)	Veículos de estrada; avião; máquinas de construção.
3.3	Redução na transmissão	Enclausuramento de máquinas; barreiras acústicas parciais.
3.4	Gestão de tráfego	Limites de velocidade; guia de fluxo de tráfego por meios eletrônicos.
3.5	Proteção passiva	Protetor auricular; isolamento das habitações; projeto de fachada .
4	**Instrumentos/medidas de P&D, educação e informação**	
4.1	Conscientização pública	Informação ao público dos efeitos do ruído na saúde.
4.2	Monitoramento e modelagem sonora	Publicação de resultados.
4.3	Inserção da temática poluição sonora no *curriculum* escolar	Inclusão da temática poluição sonora na disciplina de ciências nas escolas
4.4	Capacitação de fiscais	Cursos de aperfeiçoamento
4.5	Capacitação de profissionais em acústica ambiental	Graduação, mestrado e doutorado.
4.6	Iniciação à pesquisa e desenvolvimento	Geração de informação estritamente relacionada à acústica ambiental.
4.7	Campanhas de sensibilização visando mudança comportamental	Redução da velocidade quando dirigir; restrição ao uso de buzinas e de autofalantes para propaganda, etc.
5	**Instrumentos econômicos**	
5.1	Taxação	Taxa de aterrissagem de aeronaves, considerando o ruído.
5.2	Valoração do ruído	Desvalorização imobiliária; custo com despesas médicas, etc.
5.3	Avaliação custo-benefício	Avaliação das opções de controle de ruído
5.4	Incentivos econômicos	Diferenciação de taxas para caminhões mais silenciosos durante o período noturno em certas rotas.
5.5	Multas	Não atendimento a padrões de ruído estabelecido
5.6	Estabelecimento de fundos de fomento	Capacitação de recursos e financiamento para P&D e gestão da poluição sonora

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

3.1 Política Pública para a Gestão da Poluição Sonora

Preliminarmente à abordagem do tema central desta seção, vamos, brevemente, apresentar os conceitos aqui adotados para as expressões Programas, Planos e Política Pública.

A política pública apresenta-se num nível hierárquico mais elevado, considerando-se os planos e os programas. Possui conteúdo mais genérico e função de guia, podendo ser definida como sendo a "linha de conduta geral ou direção que o governo está ou estará adotando, apoiada por juízo de valor que orientem seus processos de tomada de decisão" (BRASIL, 2002j). Na política são estabelecidas as diretrizes gerais, apontados os rumos e as linhas de atuação a serem seguidas, que serão, necessariamente, compatíveis com os princípios, fundamentos e objetivos, também nela definidos, além dos instrumentos para a sua aplicação.

O plano encontra-se num nível hierárquico intermediário, podendo ser considerado como "estratégia compostas de objetivos, alternativas e medidas, incluindo a definição de prioridades, elaborada para viabilizar a implementação de uma política" (BRASIL, idem). Pode-se dizer que o plano define como os objetivos estabelecidos na política serão alcançados.

Já o programa, que se apresenta em nível hierárquico inferior, pode ser definido como "agenda organizada dos compromissos, propostas, instrumentos e atividades necessários para implementar uma política, podendo estar ou não integrada a um plano" (BRASIL, idem). O Programa descreve como as metas estabelecidas serão alcançadas, incluindo meios, prazos e responsabilidades para a implementação dos mesmos (LA ROVERE, 2001).

A partir da construção deste breve referencial teórico, pode-se definir uma política pública de gestão da poluição sonora como sendo um diploma legal no qual são estabelecidas diretrizes gerais (apontando os rumos e as linhas de atuação a serem

seguidas, compatíveis com os princípios, fundamentos e objetivos também nela definidos, além dos instrumentos para a sua aplicação), que um determinado governo pretende seguir, a fim de lidar com este tipo de poluição.

Antes mesmo de detalhar os elementos de uma "política de ruído" deve ser abordada a questão da competência da gestão. LANG (2001) ressalta que há uma tendência em muitos países de considerar o ruído, do ponto de vista da política, como um problema local e, portanto, para ser lidado em nível municipal, ao contrário de outros países, nos quais a política considera o ruído como um problema que pode atingir nível internacional, e, nesse caso, ser acordado (pactuado) entre governos centrais.

A primeira tendência também é encontrada no Brasil, sendo muito comum escutar, no âmbito das diferentes esferas governamentais, que a poluição sonora é distinta da poluição da água, ou mesmo da atmosférica, por possuir um caráter estritamente local, devendo, portanto, ser tratada em nível municipal. No que diz respeito a poluição sonora, segundo LANG (idem), há varias razões para isto, a saber:

a) em muitas regiões do mundo a poluição sonora tem tido uma prioridade inferior de abordagem do que a de outros problemas ambientais, como a poluição atmosférica e da água;
b) o ruído nos ambientes externos se propaga através do ar para os ouvidos de ouvintes, melhor do que através do solo ou de estruturas sólidas, cobrindo relativamente pequenas distâncias (usualmente menores do que 10 Km). Neste caso, o leigo concluirá que o ruído é, estritamente, um fenômeno local e, portanto, deveria ser abordado com exclusividade pelas autoridades locais;
c) o ruído é uma radiação não-persistente e não-ionizante.

Em relação ao grau de prioridade conferido, conforme já dito, também no Brasil é dada prioridade secundária ao enfrentamento da poluição sonora, apesar de concentrar um grande número de queixas por parte da população nos órgãos municipais e estaduais. Acredita-se que este fato possa ser parcialmente explicado, a exemplo da Comunidade

Européia, pela falta de conhecimento do problema e dos efeitos causados pelo ruído (este é insidioso e não se apresenta de forma catastrófica) por parte das comunidades e dos tomadores de decisão. No caso dos efeitos causados acresce a questão da percepção dos efeitos, por ser o ruído sentido localmente e de forma diferenciada nas diversas partes de uma comunidade. Entretanto, como observado por LANG (idem), muitas fontes de ruído não têm origem local.

Ainda de acordo com LANG (idem), *a determinação se uma particular política de ruído é estritamente uma questão local ou global, ou um híbrido das duas é dada pela natureza da fonte de ruído,* conforme pode ser instruído a partir da leitura do Quadro 13 (página seguinte). Com efeito, pela observação do Quadro 13, pode-se dizer que há problemas de ruído que serão geridos mais eficientemente no âmbito municipal, como por exemplo, o latido de cães. Outros não, como é o caso da emissão de ruído devido ao tráfego veicular nas ruas das cidades e principais auto-estradas, assim como o das aeronaves a baixa altitude trafegando na vizinhança de aeroportos. Esta limitação no controle do poder local deve-se, principalmente, ao fato de que a fixação de limites para a as emissões sonoras veiculares e das aeronaves serem estabelecidas por Agências Administradoras dos níveis nacional e internacional.

No Brasil as emissões sonoras veiculares e as das aeronaves são estabelecidas, respectivamente, através das Resoluções do CONAMA e de Portarias do Ministério da Aeronáutica, como se verá adiante.

Quadro 13 – Abordagem da Política e Natureza da Fonte

Abordagem da política	Fonte sonora	Fonte sonora não natural	Engenharia de controle de ruído de fonte, rotineiramente aplicado	Ruído de fontes que atravessam fronteiras nacionais	Fontes em negociação internacional
Somente local (controle somente através de legislações)	Fontes naturais: latido de cães; outros ruídos de animais; gritos humanos, barulho de multidão.	Não	Não	Não	Não
Primariamente local (a maioria controlada por legislações)	Recreação, esporte e entretenimento: veículos: jetskis & aerobarcos, quadriciclos (*atvs*); concertos ao exterior, música amplificada; caixas de som e sistema de som em automóveis; ginásios de esporte e parques de diversão; corrida de automóveis e competição de tiro.	Sim	Não*	Não	Sim
Local e nacional (comumente controlada através de diretrizes nacionais)	Atividades produtivas: equipamento motorizado (grande ou pequeno); plantas industriais; dispositivos de sinalização audível.	Sim	Sim	Não	Sim
Primariamente nacional (a maioria controlada por diretrizes nacionais)	Sistemas de transporte de superfície: todos os tipos de veículos, incluindo aerobarcos; todo sistema de transporte aéreo doméstico	Sim	Sim	Não	Sim
Global (controlado somente por diretrizes internacionais)	Sistema internacional de transporte aéreo: ruído de aeronaves de todos os tipos	Sim	Sim	Sim	Sim

Nota: * O controle de engenharia é possível para muitas fontes, porém a implementação é deficiente porque a falta de ruído pode ser igualada à perda da apreciação.

Fonte: LANG, 2001.

Assim esta tese parte do princípio que a gestão da poluição sonora caracteriza-se como de competência local, nacional e internacional.

Um segundo aspecto a ser abordado, antes de entrarmos no processo de construção da política de gestão da poluição sonora, refere-se a alguns pré-requisitos. Estas condições se referem à existência de conhecimento básico e da disponibilidade de material de suporte, assim como da conscientização, da população e dos tomadores de decisão em diferentes níveis governamentais, de que o ruído é um agente poluente do meio ambiente que necessita ser gerido. A conscientização e a participação de todos é fundamental para o sucesso da política.

Normalmente a gestão da poluição sonora tem por *objetivo geral* a manutenção de baixos níveis de exposição sonora, visando à proteção da saúde humana, e por *objetivos específicos* o desenvolvimento de critérios para a exposição sonora com máxima segurança, além da promoção da avaliação e controle da poluição sonora, como partes integrantes de programas de saúde ambiental (WHO,1999).

De acordo com WHO (idem) a "Agenda 21 das Nações Unidas e a Carta Européia de Transporte, Meio Ambiente e Saúde (Carta de Londres, 1999) suportam um número de princípios de gestão ambiental em que políticas de governo, incluindo as políticas de gestão da poluição sonora, podem se fundamentar. Estes incluem:

- ***Princípio da precaução* –** Em todos os casos a poluição sonora deverá ser reduzida ao nível mais baixo alcançável em uma situação particular. Onde há uma razoável possibilidade da saúde pública sofrer danos, ações deverão ser impetradas para a sua proteção, sem esperar completa cobertura científica;
- ***Princípio do poluidor pagador*** – Os custos totais associados à poluição sonora (incluindo monitoramento, gestão, redução dos níveis e supervisão) deverão ser atribuídos aos responsáveis pelas fontes sonoras;
- ***Princípio da prevenção*** – Ações devem ser tomadas, onde possível, para reduzir o ruído na fonte. O planejamento do uso do solo deverá ser guiado por uma avaliação de impacto ambiental sonoro que considere o ruído, bem como outros poluentes".

Cabe ressaltar que os princípios da precaução e da prevenção correspondem a fundamentos jurídicos da proteção do meio ambiente. Eles se definem como em seguida:

“No princípio da precaução previne-se porque não se pode saber quais as conseqüências que determinado ato, ou empreendimento, ou aplicação científica causarão ao meio ambiente no espaço e/ou no tempo, quais os reflexos ou conseqüências. Há incerteza científica não dirimida” (DE MARCHI, 2001).

“No princípio da prevenção previne-se porque se sabe quais as conseqüências de se iniciar determinada ato, prosseguir com ele ou suprimi-lo. O nexo causal é cientificamente comprovado, é certo, decorre muita vezes até da lógica” (idem).

O princípio da precaução é adotado como um princípio de gestão da poluição sonora, tendo em vista que, de acordo com WHO (1999), ainda não se tem conhecimento suficiente dos seus efeitos sobre os seres humanos, assim como das relações do tipo dose-resposta.

Outros princípios importantes de gestão ambiental considerados na Agenda 21, na qual as políticas de gestão da poluição sonora poderiam vir a se fundamentar, são o princípio do desenvolvimento sustentável, o da participação, o da informação e o da função sócio-ambiental da propriedade, dispostos na Constituição Federal Brasileira de 1988 (CF-88).

Para que estes princípios sejam adotados e os objetivos gerais e específicos serem atingidos tornam-se necessários um ordenamento jurídico – legislação aplicada e uma estrutura de políticas de governo. Esta estrutura de políticas deve englobar as demais políticas de governo que, de alguma forma, têm algum tipo de relação com a política de gestão da poluição sonora ou vice-versa, como por exemplo, as políticas de transporte, de energia, industrial, de desenvolvimento regional e ambiental, entre outras. Desta forma tem que existir uma harmonização entre a macro-política, além de ações

coordenadas das questões consideradas transversais (WHO, 1999). Evidentemente uma política de governo não se deve opor aos objetivos de uma outra política qualquer.

Em linhas gerais, de acordo com VROM-*council* (1998), três diferentes abordagens de gestão podem ser individualizadas:

- ***Gestão hierárquica*** – o governo é efetivamente colocado acima de qualquer outro protagonista na sociedade e determina tanto os procedimentos quanto o resultado final da política;
- ***Gestão participativa*** – o governo é um dos protagonistas, entre muitos outros, prevalecendo uma relação de mútua dependência entre os atores;
- ***Auto-Gestão*** – o governo confia na habilidade dos outros protagonistas e do jogo livre das forças de mercado; seu papel é restringido ao estabelecimento de regras básicas e especificação de restrições a serem aplicadas.

A escolha de qual abordagem é mais apropriada em uma situação específica irá depender das características da política considerada e a fase do ciclo da política. Normalmente diferentes abordagens são apropriadas nas três principais fases: definição da política, preparação e finalização da política e implementação da política (idem).

Durante a definição do problema a abordagem participativa é mais apropriada pois envolve um grande número de representantes da sociedade na formulação e no escopo da política, significando que ela se apoiará sobre uma base mais sólida de sustentação (idem). Na etapa seguinte – preparação – o governo deve delinear as alternativas a serem apresentadas para consulta e, após apreciação dos comentários, finalizar a política. Finalmente, a gestão participativa e a auto-gestão retornam ao processo na execução da política, salvaguardando a responsabilidade final do governo no alcance aos objetivos pretendidos (idem).

Existem vários modelos de estruturas legais capazes de fornecer um contexto para a gestão da poluição sonora. Em WHO (1999) é apresentado um modelo mostrado na Figura 14.

Como pode se observar na Figura 14 este modelo de processo de construção de política utiliza-se das abordagens de gestão nomeadas, dependendo do seu estágio. Observa-se que este modelo ocorre em estágios e não em ciclos, como no processo clássico, no qual não são considerados os aspectos relativos à implementação e seus efeitos retroalimentadores sobre a formulação da política (MELO E SILVA, 2000).

Fonte: WHO, 1999.

Figura 14 – Modelo de Processos de Construção de Políticas

De acordo com HEDE (1998) diversos atores, denominados por ele de “jogadores políticos”, participam do processo político que, dependendo do estágio em que se encontra a construção da política, determinados jogadores tomam parte ou não. Os jogadores são: políticos, assessores dos políticos, técnicos especialistas das agências governamentais, pesquisadores de várias instituições, profissionais de acústica (consultores), grupos de interesse representando os responsáveis pela emissão de ruído e de grupos de afetados pelo ruído, a comunidade em geral ou apenas indivíduos.

HEDE (1998) define cada um dos estágios do modelo do processo construtivo da política de gestão da poluição sonora, de acordo com a Figura 15, como em seguida:

O *primeiro estágio* do modelo consiste no ajuste de uma agenda. Dois mecanismos usuais através dos quais os problemas do ruído ganham atenção para justificar sua inclusão numa agenda política são reclamações individuais, a políticos, sobre o incômodo do ruído ou representação de grupos com interesse na questão. Alternativamente os técnicos especialistas podem identificar um problema de ruído e iniciar uma ação para colocá-lo na agenda.

A Agenda segundo J. KINGDON (apud VIANA, 1988), pode ser definida como constituída por uma lista de problemas ou assuntos que chamam a atenção do governo e dos cidadãos que atuam junto com o mesmo. Três tipos de Agendas podem ser identificados:

- ***Sistêmica ou Não governamental* –** lista extensa de assuntos, mais abstratos e gerais do que os incluídos no escopo da Governamental;
- ***Governamental* –** lista de assuntos que merecem atenção;
- ***Decisória ou Política* –** lista de assuntos que serão decididos.

Ainda, segundo o autor, a construção da Agenda e a especificação de alternativas são afetadas pelos seguintes fatores:

- **Participantes ativos**:
  1. *Atores governamentais*:
    - alto "staff" da administração;
    - funcionários de carreira; e
    - congresso.

2. *Atores não governamentais:*

- grupos de pressão/interesse;
- acadêmicos, pesquisadores e consultores;
- partidos políticos;
- opinião pública; e
- mídia.

- **Processos**: características dos órgãos e das instituições vinculadas a produção de políticas públicas que respondem pelo modo de seleção de problemas para a Agenda. Em outras palavras são os processos pelos quais algumas alternativas se sobressaem mais que outras. Este processo perpassa pelo reconhecimento dos problemas, a formação e redefinição de proposição de políticas e a política propriamente dita. Assim, de acordo com KINGDON (apud VIANA, 1988), para que um assunto saia da Agenda Não Governamental (Agenda Sistêmica) para a Agenda Governamental é preciso que haja eventos dramáticos ou crises, ou a presença de indicadores ou, ainda, a acumulação de informações e experiências de especialistas. Todavia, por si só, não chegam a ter "Status de Agenda Política". É preciso também que o assunto seja exeqüível tecnicamente, aceito por especialistas e pelo público, além de formar consenso. Ademais a própria política pode influenciar na formulação da política, em função do contexto nacional, de forças organizadas e de mudanças administrativas.

Sem dúvida, no Brasil, a inclusão do tema – aumento do ruído nas cidades brasileiras e seus efeitos sobre a população -, na Agenda Governamental, como será visto adiante, só se dará com a mobilização de um grupo de interesse que poderá ser constituído, inicialmente pelos acadêmicos e pesquisadores em acústica ambiental, como ocorreu nos EUA, apesar do número de especialistas em nosso país ser infinitamente menor. É preciso, ainda, convocar a participação da mídia, que pode exercer grande influência na inicialização do processo que visa buscar soluções para um problema premente.

O *segundo estágio* envolve a qualificação dos danos causados pelo ruído e como se dão os impactos sobre a população. Usualmente isto é uma tarefa a ser realizada por técnicos oficiais, podendo também envolver pesquisadores e profissionais em acústica.

Esta determinação compreende uma análise da situação existente e dos possíveis impactos engendrados. É essencial dispor de um modelo causal válido[1] que, segundo MELO E SILVA (2000), freqüentemente não é explicitado. Assim este diagnóstico deve fundamentar-se na reunião de informações mais exatas possíveis, a fim de evitar uma caracterização errônea e, conseqüentemente, uma avaliação superestimada ou mesmo subestimada do problema a ser enfrentado. Para tal, como é mostrado na Figura 14, é fundamental a participação de representantes de diferentes partes interessadas da sociedade.

A análise do problema pode compreender:

- identificação e mapeamento das principais fontes de ruído urbano;
- mapeamento da exposição sonora com relação as fontes identificadas e mapeadas;
- inventário das reclamações efetuadas pela população nos órgãos competentes;
- inventário das atuais metodologias de gestão da poluição sonora adotada em diferentes esferas do governo, notadamente, as legislações ambientais sonoras vigentes;
- recursos humanos, tecnológicos e financeiros disponíveis.

A análise dos possíveis impactos pode abranger:

- identificação dos efeitos relacionados com o ruído dos fatores geradores;
- discussão e análise dos resultados;

[1] O modelo causal consiste de hipóteses e pressupostos sobre determinados fenômenos sociais (WEISS, 1998) (apud MELO E SILVA, 2000).

- valoração econômica dos danos causados.

Cabe ressaltar que neste estágio a participação de políticos é excluída, como se pode visualizar na Figura 14.

O *terceiro estágio* compreende a comparação das várias opções de controle de ruído levantadas, a ser realizada pelas protagonistas que irão conduzir o desenvolvimento da política (que são, usualmente, os técnicos da administração governamental).

Segundo HOPPE, VAN DER GRAFF e VAN DICK (apud VIANA, 1988) a formulação e a elaboração de alternativas pode ser desdobrada em três etapas:

- Dados levantados transformam-se em informações relevantes;
- Valores, ideais, princípios e ideologias são combinados com informações factuais, a fim de produzir conhecimento sobre a ação;
- Conhecimento empírico e normativo é transformado em ações públicas.

Resumidamente este desenvolvimento se dá através dos modelos Racional e Incremental.

O ***modelo racional*** "envolve a utilização de metodologias de planejamento como apoio ao processo decisório. É através delas que se realiza uma minuciosa definição dos interesses, valores e objetivos de cada um dos atores (ou partidários) e cursos de ação distintos. O plano funciona então como uma instância que, se levada a efeito de modo cabal, obriga a explicitação de conflitos encobertos (segunda face do poder) e latentes (terceira face do poder)[2]. Neste caso existe um elemento concreto – o plano - que

---

[2] Segundo Lukes (apud GAPI-UNICAMP, 2002), o poder pode ser estudado em três dimensões: a dos conflitos abertos entre atores sobre assuntos-chave, a dos conflitos encobertos (quando ocorre supressão de reclamações impedindo que sejam incluídas na agenda de decisão) e a dos conflitos latentes, quando o exercício do poder se dá conformando as preferências da população, evitando assim os dois conflitos anteriores.

explicita o acordo alcançado. Em conseqüência o critério usado para a avaliação do resultado da política é a sua aderência aos objetivos planejados e aos impactos desejados: o “bom é o que satisfaz o plano” (GAPI-UNICAMP, 2002). Em outras palavras compreende o monitoramento acerca do cumprimento das metas, prazos, utilização de recursos, etc.

O ***modelo incremental*** não faz uso de qualquer metodologia específica de planejamento, caracterizando o processo decisório como de negociação e barganha. “Vigora apenas o diálogo entre partidários de interesses e cursos de ação distintos, todos eles dispondo, idealmente, de informação plena e poder indiferenciado. O resultado do processo é um ajuste entre eles, que tenderá a assumir uma característica incremental, na medida em que a situação a que tende a chegar o processo decisório diferencia-se de forma apenas marginal, incremental, da existente. A formulação tem como resultado um “consenso” de caráter freqüentemente ilusório e precário, posto que baseado em mecanismos de manipulação de interesses (segunda e terceira faces do poder) que constringem a agenda de decisão a assuntos “seguros” e conduzem a situações de não-tomada de decisão que costumam favorecer as elites de poder. Este “consenso” possui, ademais, um caráter efêmero, na medida em que se pode desfazer quando da implementação da política. A representatividade será, assim, tanto menor quanto mais desequilibrada for a correlação de forças entre os atores” (idem).

Diferentemente do primeiro modelo o acompanhamento do processo de implementação da política compreende apenas o monitoramento de alguns efeitos da política, ou seja, seus impactos. O bom é o possível.

Ambos os dois modelos apresentados, segundo diferentes autores, apresentam limitações. BRAYBROOKE e LINDBLOM (apud GAPI-UNICAMP, 2002) afirmam que o modelo racional não é adaptado:

- “às limitadas capacidades humanas para resolver problemas;
- à inadequação da informação;
- ao custo da análise;

- a falhas na construção de um método estimativo satisfatório;
- às estreitas relações observadas entre fato e valor na elaboração de políticas;
- à abertura do sistema de variáveis sobre o qual ele opera.;
- à necessidade do analista de seqüências estratégicas de movimentos analíticos;
- às diversas formas em que os problemas relacionados às políticas realmente ocorrem".

Já DOHR (apud GAPI-UNICAMP, 2002) diz que "o incrementalismo seria adequado somente quando existissem políticas razoavelmente satisfatórias e um alto grau de continuidade dos problemas e dos meios para tratá-los, isto é, quando existisse grande estabilidade social".

Pelo exposto pode-se concluir que a comparação entre diferentes alternativas proposta por HEDE fundamenta-se, assim, num modelo de tomada de decisão racionalista.

Esta comparação pode ser realizada através de diferentes instrumentos e deve levar em consideração fatores técnicos, financeiros, sociais, ambientais e de saúde, além da velocidade com a qual as medidas de controle podem ser implementadas e se são medidas que podem tornar-se realmente eficazes, considerando uma perspectiva de curto, médio e longo prazos.

Um dos instrumentos de política ambiental que pode ser utilizado para este fim, considerando-se uma política de gestão da poluição sonora, é a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) e que tem por objetivo auxiliar os tomadores de decisões no processo de identificação e avaliação dos impactos e efeitos que uma política, plano ou programa possa desencadear no meio ambiente e na sustentabilidade dos recursos naturais (BRASIL, 2002j).

Ainda neste estágio é elaborado um anteprojeto de lei (*Draft*) da política, sendo nele delineadas as diretrizes gerais, incluindo o estabelecimento dos objetivos (que se pretende alcançar), dos seus princípios e fundamentos, além da definição da gama de

instrumentos a ser adotada, da estrutura administrativa para a implantação e operacionalização da política e dos tipos e da aplicabilidade de infrações e penalidades para o agente responsável pelo não cumprimento de algum requisito entre os explicitamente especificados na Lei. Este *draft* deve ser acompanhado, considerando-se uma política de gestão da poluição sonora, por uma justificação da proposta de política, incluindo os impactos na saúde e na economia, as conseqüências caso nenhuma medida seja impetrada e a relação com outras políticas, notadamente com as políticas ambiental, de transportes e de gestão urbana, dentre outras questões específicas que deverão ser identificadas.

O *quarto estágio* abrange decisão formal sobre a regulamentação do ruído através do ministério governamental responsável pela pasta ou pelo executivo do governo do dia ou por relevante assembléia que elabora as Leis. No caso brasileiro o executivo do governo do dia, a que HEDE se refere, é o Gabinete da Casa Civil e a Assembléia, o Congresso Nacional.

O *quinto estágio* refere-se à colocação da política em operação. Isto pode ser realizado pelos técnicos das agências oficiais, que passam a assumir a função de inspetores ou oficiais de controle de ruído. A implementação da política pode ser assim compreendida:

1. Definição do problema em seus aspectos normativos e causais;

2. Decomposição do problema;

3. Demonstração da tratabilidade das partes do problema (meio/fins e soluções alternativas);

4. Estimativas brutas dos recursos necessários;

5. Estratégia de implementação.

Esta implementação pode ocorrer segundo dois enfoques distintos:

- *De cima par baixo (“Top down”)* – a implementação é definida como um processo em que ações de atores públicos ou privados são dirigidas ao cumprimento de objetivos definidos em decisões políticas anteriores. Teoricamente este enfoque seria uma conseqüência, no plano da implementação, da seleção do modelo racional para guiar o processo de formulação. Existe uma nítida separação entre a formulação e a implementação. Ou seja, a segunda só se inicia após a formulação ter sido finalizada pelos fazedores de política - “policy makers”. Estes detêm a propriedade da política (GAPI-UNICAMP, 2002);
- *De baixo para cima (“Bottom up”)* - a implementação é uma simples continuação da formulação. Parte da análise das redes de decisões que se dão no nível concreto em que os atores se enfrentam quando da implementação, sem conferir papel determinante às estruturas pré-existentes (relações de causa e efeito e hierarquia entre organizações). Este enfoque parte do princípio que determinadas decisões, que idealmente pertencem ao terreno da formulação, só são efetivamente tomadas durante a implementação, tendo em vista que se supõe que determinadas opiniões conflitivas não podem ser resolvidas durante o momento da tomada de decisão. Este enfoque é aconselhável em situações em que uma política possua objetivos e compreenda atividades bem definidas, bem como se os dados de entrada e os resultados são quantificáveis, possibilitando identificar déficits de implementação (idem).

Segundo MELO E SILVA (2000), redes de implementação ou estruturas de implementação têm sido propostas para capturar a visão de política púbica como sendo uma engenharia social. Este conceito é justamente apropriado, partindo-se do princípio que as políticas públicas são fundamentalmente implementadas por redes de agentes públicos e cada vez mais por agentes não governamentais. Contribuições recentes têm sido enfáticas quanto a importância de uma maior participação de partes interessadas diretas (“*stakeholders*”), tanto no estágio de formulação quanto no de implementação.

Os autores destacam também a importância da adoção de mecanismos de coordenação interinstitucional para a implementação de políticas públicas em ambientes institucionais democráticos e descentralizados e com uma mistura bastante acentuada de implementadores de política.

Ademais a implementação sendo realizada por redes de implementação associada a visão de implementação enquanto aprendizado, conduz a uma representação mais consistente dos mecanismos de implementação, dentro do contexto citado no parágrafo anterior.

Segundo BARDACH (apud MELO E SILVA, 2000), "a implementação de uma política é representada como um jogo entre implementadores, onde papéis são negociados, os graus de adesão ao programa variam e os recursos entre os atores são objeto de barganha".

O *sexto estágio* consiste na avaliação da política que pode ocorrer isoladamente após alguns meses ou após anos de operação da regulamentação do ruído ou ficar estabelecido como um processo contínuo de monitoração, para calibrar a sua efetividade.

Segundo MELO E SILVA (2000), a avaliação deve ser entendida como um processo de aprendizagem e não como um instrumento, junto com o monitoramento, que permita correções de rota do processo político, cujos problemas de implementação são entendidos como "desvios de rota", em função de aspectos relacionados a capacidade institucional dos agentes implementadores, de problemas de natureza política na implementação de programas e políticas ou, ainda, de resistência e boicotes realizados por grupos ou setores que se sentem prejudicados com a adoção da política. Esta perspectiva de análise pressupõe que a máquina governamental seja um mecanismo operacional perfeito, considerando-se possível ser assegurada a fidelidade da implementação da política inicialmente proposta.

Pode-se dizer que ela tem por objetivo guiar os tomadores de decisão, os orientando quanto a continuidade, ou mesmo à suspensão de uma determinada política ou programa (COSTA E CASTANHAR, 2003).

Se a avaliação é uma forma de mensurar o desempenho, torna-se necessário definir medidas para a aferição dos resultados alcançados. Tais medidas são denominadas critérios de avaliação. Existem diferentes critérios e a seleção de quais utilizar é função dos aspectos que se pretende privilegiar no processo de avaliação. De acordo com UNICEF (apud COSTA E CASTANHAR, 2003), os critérios mais utilizados para a avaliação de programas públicos, que podem também ser utilizados para a avaliação de uma política, são:

- efetividade ou impacto – indica se a política tem efeitos positivos sobre o ambiente de atuação, considerando os aspectos técnicos, econômicos, sócio-culturais, ambientais e institucionais ;
- eficiência – indica as relações obtidas entre os benefícios e os custos sociais envolvidos para o alcance dos objetivos pretendidos;
- eficácia – mede o grau com que os objetivos e metas são alcançados;
- sustentabilidade – mede a capacidade de continuidade dos efeitos benéficos alcançados após o término de um programa;
- análise custo-efetividade – similar a idéia de custo de oportunidade e ao conceito de pertinência; realiza-se uma comparação de formas alternativas da ação social para a obtenção de determinados impactos, a fim de se selecionar aquela atividade/projeto que atenda aos objetivos com o menor custo;
- satisfação do beneficiário – avalia a atitude do beneficiário em relação a qualidade do atendimento obtido com os programas;
- eqüidade – procura avaliar o grau segundo o qual os benefícios estejam sendo distribuídos de forma justa e compatível com as necessidades do beneficiário.

Outro critério não abordado acima, considerado por alguns autores, é a legitimidade – avalia com que extensão os procedimentos estabelecidos estão sendo seguidos e as

responsabilidades exercidas corretamente. Todavia, esta legitimidade é questionada quando se considera o processo de avaliação como um instrumento de aprendizagem, como abordado.

Todavia, se a formulação da política segue o modelo incremental, a avaliação só poderá ser realizada utilizando-se critérios difusos e subjetivos de satisfação dos atores envolvidos. Critérios estes "ex-post" e exógenos ao processo são adotados em avaliações denominadas do tipo avaliação ritualística, tendo em vista que é mais um processo de legitimação do que uma avaliação propriamente dita (GAPI-UNICAMP, 2002).

A utilização dos critérios requer a adoção de formas específicas para torná-los operacionais. Esta forma se dá através da utilização de um sistema de indicadores. Segundo HAMOND *et al* (1995) indicador é "algo que provê indício para um assunto de grande significância ou torna perceptível uma tendência ou fenômeno que não imediatamente identificáveis".

Estes indicadores permitirão avaliar numa política de gestão da poluição sonora, por exemplo se a exposição sonora da população a diferentes fontes de ruído está reduzindo, ou mesmo se o número de reclamações também está diminuindo, em função da realização de alguma ação.

O Quadro 14, seguinte, apresenta uma síntese do processo de elaboração de políticas públicas, enfatizando os aspectos dos seus três principais momentos, anteriormente individualizados.

Quadro 14 – Comparação entre Modelos de Construção de Política Pública

Formulação		**Implementação**		**Avaliação**	
Incremental	**Racional**				
Modelo descritivo-narrativo	Modelo explicativo-normativo	**"Bottom up"**	**"Top down"**	**Ritualística**	**Indutora de mudanças**
Negociação	*Interesses*	"profissionais"	burocratas		
Ajuste	Valores	decisores	agências		
	Objetivos	"continuun"	manuais		
		discricionariedade			
"consenso" forçado pela segunda e terceiras faces do poder	Plano como instância de explicitação de conflitos	Irrupção de conflitos encobertos na formulação	terceira face do poder como garantia de implementação		
o bom é o possível, o que satisfaz a elite	o bom é o que satisfaz o plano	**Resultados, produtos e impactos**		critérios "ex-post", exógenos	critérios "ex-antes", exógenos
Monitoramento dos efeitos	Metas, prazos			Satisfação das elites	Comparação: metas x resultados

Fonte: GAPI-UNICAMP , 2002.

Segundo GAPI-UNICAMP (2002) alguns processos de planejamento público atualmente realizados em países latino-americanos têm adotado metodologias de trabalho inspiradas nos métodos de Planejamento Estratégico Situacional, do Prof. Carlos Matus e no método ZOOP (sigla em alemão para Planejamento de Projetos Orientados por Objetivos). Este processo inicia-se com um encontro de planejamento que envolve atores relevantes a ação do órgão, seguido da realização de seminários de planejamento organizados com técnicas participativas para tomadas de decisão. De uma forma geral, este processo pode ser assim resumido:

- **“Conformação da Agenda**

  1. Escolha dos participantes;
  2. Definição de objetivos do processo;
  3. Definição da Missão da organização;
  4. Levantamento dos obstáculos ao cumprimento da Missão ;
  5. Definição do problema estratégico;
  6. Diagnóstico;
  7. Análise da situação problemática definida a partir do problema estratégico ;
  8. Levantamento e análise de interesses para os atores envolvidos;
  9. Explicação de cada problema, na perspectiva de cada um dos atores envolvidos.

- **Proposição**

  1. Escolha dos cursos de ação;
  2. Definição de projetos de ação e resultados, pelo ator que planeja;
  3. Levantamento de cenários futuros;
  4. Precisão de resultados esperados.

- **Estratégia**

  1. análise de posicionamento dos Atores relevantes, em função dos resultados esperados.

- **Estudos de viabilidade para cada um dos projetos de ação definidos**

  1. formulação de cursos de ação para movimento junto aos atores;
  2. montagem de grupos tarefa para detalhamento dos cursos de ação.

- **Preparação da Implementação**
  1. Definição de mecanismos de implementação;
  2. Formação de equipe de suporte para o processo;
  3. Definição de mecanismos de controle e acompanhamento;
  4. Definição de procedimentos para avaliação e revisão permanente da Ação".

3.2 Plano de Gestão da Poluição Sonora

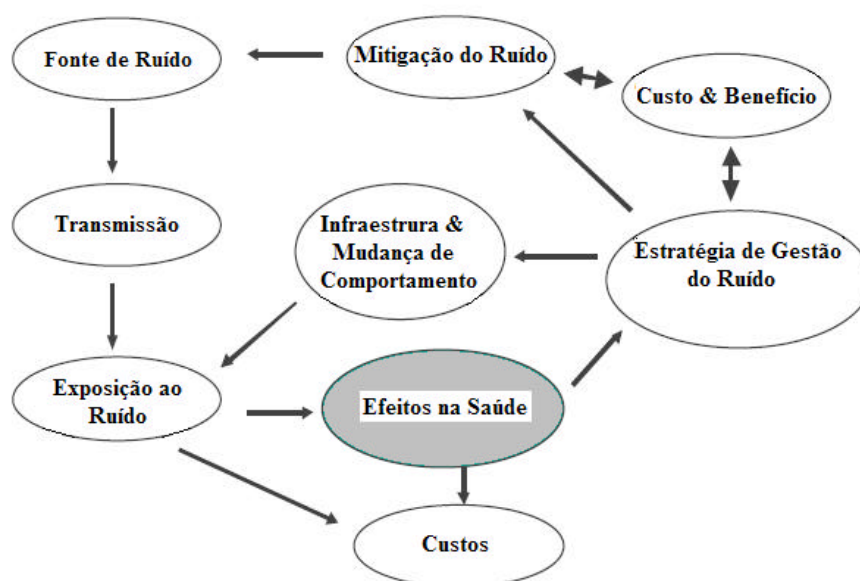
Conforme visto anteriormente (item 3.1), após o desenvolvimento da política torna-se necessário a elaboração de um Plano de Estratégias, a fim de viabilizar a implementação da política. Os estágios envolvidos neste processo podem ser vistos na Figura 15.

Fonte: WHO, 1999.

Figura 15 – Estágios Envolvidos no Desenvolvimento de um Plano de Gestão da Poluição Sonora

Segundo WHO (1999) o processo de desenvolvimento de um plano pode-se iniciar com o desenvolvimento de normas ou guias de ruído que podem ainda envolver a identificação e o mapeamento das fontes sonoras e da população exposta. Também

devem ser monitorados as condições meteorológicas e os níveis de ruído que podem ser utilizados para validar as saídas dos modelos de acústica previsional. Tanto as saídas destes modelos, quanto às normas de ruído, podem ser consideradas no planejamento das táticas de controle de ruído a serem adotadas, visando o alcance dos padrões.

O estabelecimento das normas pode se basear em guias internacionais, não se esquecendo que estas têm que levar em contar os fatores tecnológicos, sociais, econômicos, políticos e outros fatores, característicos de cada país, assim como os critérios de ruído nacionais que normalmente se baseiam em relações dose-resposta para os efeitos do ruído na saúde humana (WHO, 1999). Infelizmente, como será apresentado adiante, no Brasil foram realizados poucos estudos visando o estabelecimento destas relações dose-resposta. Assim, os critérios de ruído adotados se baseiam em critérios internacionais, que levam em consideração fatores específicos de países para os quais eles foram estabelecidos. Estes países apresentam características sócio-econômicas e climáticas, entre outras, distintas das brasileiras.

Em geral, de acordo com WHO (1999), o estabelecimento de normas deve considerar:

- Identificação dos efeitos adversos à saúde pública, que devem ser evitados;
- Identificação da população a ser protegida;
- Tipos de parâmetros descritores de ruído e limites aplicáveis para os parâmetros;
- Metodologia de monitoramento aplicável e sua qualidade assegurada;
- Procedimentos coercitivos para conseguir a conformidade com as normas regulamentares, dentro de uma estrutura de tempo definida;
- Medidas de controle da emissão e normas regulamentares de emissão;
- Normas de imissão (limites para níveis de pressão sonora);
- Identificação das autoridades responsáveis pela coerção;
- Compromisso do recurso.

O mapeamento da exposição sonora apresenta-se como um dos componentes principais na implementação de um plano de gestão da poluição sonora, devendo ser mapeadas todas as principais fontes de ruído urbano, tais como, no principal: transportes rodoviário, ferroviário e aéreo, indústria, construção civil e atividades humanas ruidosas, em geral (WHO, 1999). No caso da Comunidade Européia, como será visto no Capítulo 4 seguinte, o mapeamento se aplica a todas as aglomerações com mais de 250.000 hab. e a todos os grandes eixos rodoviários (com mais de 6 milhões de veículos/ano), ferroviários e (com mais de 60.000 trens/ano), assim como os grandes aeroportos.

Depois de realizado o mapeamento segue-se a estimativa da emissão sonora destas fontes, realizada através de *softwares* de acústica previsional e validada por intermédio de campanhas de medição sonora. Para isto pode-se lançar mão de um pequeno levantamento em algum trecho da área total envolvida (WHO, 1999). No caso europeu, foram recomendados alguns softwares específicos a serem utilizados para determinadas fontes de ruído que são apresentados no Capítulo 4.

O grande problema identificado nesta etapa ocorre principalmente em países em desenvolvimento e refere-se a falta de dados estatísticos necessários para a realização da estimativa. Todavia, esta falta não pode se constituir em um fator impeditivo, devendo ser realizadas estimativas provisórias que poderão ser revistas quando os dados necessários estiverem disponíveis (WHO, 1999).

A modelagem constitui-se numa ferramenta útil para a interpolação, predição e otimização de estratégia de controle, tendo em vista que possibilita examinar e comparar as conseqüências da implantação de medidas destinadas a redução da poluição sonora. Contudo, é necessário que informações para alimentar os *softwares* de acústica previsional estejam disponíveis, como anteriormente abordado, além de detalhes topográficos (WHO, 1999).

O passo seguinte compreende a adoção de abordagens de controle de ruído. Conforme visto, existem vários instrumentos e medidas a serem utilizados. Normalmente, estas abordagens incluem medidas de controle de ruído (medidas de precaução, que devem ser prioritárias e medidas mitigadoras) realizadas sobre os três elementos do cenário acústico***:*** na fonte sonora, no caminho de propagação do som (tecido urbano da cidade) e no local do receptor.

Medidas de precaução podem ser aplicadas em situações nas quais os níveis de ruído são inferiores as normas estabelecidas ou nos casos em que são possíveis, ou são esperados, efeitos adversos da poluição sonora. Estas medidas incluem o planejamento do uso do solo e a educação e a conscientização pública. O planejamento compreende métodos de cálculo para a previsão do impacto causado por fontes de ruído urbano, níveis limites em função do zoneamento e tipos de construção e mapas de ruído ou inventários de ruído, a fim de mostrar situações existentes. A educação e a conscientização pública são fundamentais para o sucesso do estabelecimento de uma política. Sem a conscientização pública, incluindo a dos tomadores de decisão, e sem o conhecimento técnico prévio da poluição sonora, não se avança no alcance dos objetivos pretendidos. Neste sentido várias medidas podem ser impetradas: inclusão do tema poluição sonora nos *curricula* escolares, criação de cursos de graduação, pós-graduação e doutorado para a capacitação de profissionais e outros tipos de cursos, visando a capacitação específica de técnicos ambientais e fiscais da poluição ambiental, incentivo a pesquisas na área de acústica ambiental e a criação de grupo de trabalho destinado a construir conhecimento e a promover a disseminação de informações, bem como de participar da implementação de programas de educação e de conscientização pública.

Medidas de mitigação são introduzidas em situações em que o impacto sonoro já existe, visando a sua redução. Estas medidas podem ser implantadas em cada um dos elementos constitutivos do cenário acústico. A escolha dependerá da natureza da atividade ruidosa, da localização dos receptores de ruído, do custo e da viabilidade de várias soluções, do grau de mitigação requerido e das características especiais do ruído, dentre outros. Geralmente a redução da emissão sonora da fonte é considerada a medida mitigadora mais eficaz, levando a imposição de níveis limites de emissão sonora para as

principais fontes de ruído. Já a intervenção no local do receptor é a menos aconselhável, tendo em vista que os níveis de ruído no ambiente externo podem permanecer elevados. Freqüentemente uma combinação de medidas pode produzir um resultado melhor.

A seguir são apresentados alguns exemplos de medidas de mitigação, explicitadas em WHO (1999) e nomeadas segundo as principais fontes de ruído urbano:

- Ruído de tráfego rodoviário
  - *Limitação da emissão sonora veicular* - Corresponde a mais tradicional medida de controle de ruído de transporte rodoviário, sendo praticamente adotada em todo o mundo, inclusive no Brasil. Os níveis limites são estabelecidos nas de Resoluções do CONAMA, como será visto adiante. Pode-se dizer que, atualmente, estes limites estão equiparados àqueles adotados pela Comunidade Européia;
  - *Aplicação de revestimentos silenciosos para as estradas (conhecido também como asfalto absorvente, poroso ou drenante)* – em estradas onde altas velocidades são atingidas, o ruído advém, principalmente, do contato dos pneus com a superfície da camada de revestimento. A adoção desta medida visa a minimizar este ruído, sendo comumente aplicada em estradas européias. No Brasil não se conhece a aplicação deste tipo de revestimento em alguma via de circulação rápida, porém sabe-se que estão sendo realizadas pesquisas no âmbito universitário;
  - *Adoção de pneus que apresentem desenho silencioso* – o desenho e a distribuição das ranhuras dos pneus influenciam no ruído emitido pelo contato com o revestimento de estrada. Na Comunidade Européia já existe Diretriz voltada para a limitação do ruído emitido pelo contato dos pneus com o revestimento de estrada. No Brasil, ainda não existe legislação similar (ver Capítulo 4);
  - *Limitação de velocidade* **–** em determinados casos a imposição de limites de velocidade pode incorrer na redução dos níveis de ruído emitido, notadamente em locais onde vias expressas ou estradas atravessam áreas

residenciais ou outros usos sensíveis ao ruído. De acordo com WHO (1999), a redução de 90 para 60 Km/h, em estradas pavimentadas de concreto, os níveis máximos de pressão sonora poderão ser reduzidos em 5 dB e os níveis de pressão sonora equivalente, em 4 dB;

  - Proibição de tráfego no período noturno – esta proibição pode ser aplicada a veículos pesados ou estendida a todo tipo de veículos;
  - Gestão de fluxo de tráfego – manutenção de fluxo uniforme de tráfego a fim de reduzir o ruído emitido;
  - Comportamento de baixo ruído por parte dos motoristas – evitar o uso de buzinas em locais que abriguem atividades sensíveis ao ruído, principalmente durante o período noturno.

- Ruído de tráfego ferroviário
  - Manutenção de trilhos e rodas – o ruído ferroviário advém não só dos motores e do escoamento do ar em torno trem (ruído aerodinâmico), mas, também, do contato roda/trilho. Desta forma, a manutenção e a adoção de rodas e trilhos de melhor qualidade, podem reduzir a emissão sonora emitida. De acordo com WHO (1999) os níveis de pressão sonora podem variar em até 10 dB, dependendo do material utilizado;
  - Uso de freio a disco – este sistema de freio pode reduzir a emissão sonora de trens e notadamente de bondes;
  - Substituição de rodas de aço por rodas de borracha**;**
  - Inovações tecnológicas no motor e na linha.

- Ruído de tráfego aéreo
  - Restrição a operação de aeronaves ruidosas (substituição de aeronaves Capítulo 2 pelo do Capítulo 3) – substituição por aeronaves mais silenciosas. Atualmente nos aeroportos europeus é permitida a aterrissagem somente de aeronaves Capítulo 3. No Brasil esta proibição foi adiada para 2010, como poderá ser visto;

- Taxas para aterrissagem relacionadas não só com o peso e a capacidade, mas também ao ruído - a adoção de tarifas que leve em conta o ruído pode contribuir para que as empresas de tráfego aéreo substituam aeronaves ruidosas por outras mais silenciosas. No Brasil este tipo de taxação ainda não existe;
- Suspensão de vôos em horários noturnos – suspensão noturna da operação em aeroportos muito próximos a zonas residenciais que obriguem o sobrevôo sobre estas áreas **;**
- Limitação da utilização de inversão de potência dos motores das aeronaves;
- Altura mínima de sobrevôo – definição de altura mínima durante sobrevôo em zonas residenciais adensadas, APAs, etc.;

- Máquinas e equipamentos
  - Controle na emissão sonora – a emissão sonora de máquinas/equipamentos constitui uma das principais propriedades. Assim sendo o controle vem sendo cada vez mais incentivado. Este controle poderá ser efetuado através de projeto conceitual, tipo e projeto do isolamento ou, ainda, enclausuramento da fonte**;**
  - Etiquetagem sonora (selo ruído) – no Brasil o selo ruído tem sido aplicado a eletrodomésticos, podendo também ser estendido a máquinas/equipamentos, como ocorre na Comunidade Européia. Constitui uma ferramenta poderosa da redução de emissão de potência sonora de produtos, mas também como instrumento de informação ao público;
  - Limites impostos a determinados grupos de máquinas/equipamentos – após a etiquetagem sonora pode-se dizer que a imposição de limites constitui-se em segunda etapa para certos grupos de máquinas/equipamentos.

Uma segunda possibilidade de intervenção no cenário constitutivo da poluição sonora é a intervenção no caminho de propagação, ou seja no tecido urbano, conforme já anotado no Capítulo 1. Normalmente esta intervenção se dá por intermédio do aumento da distância entre a fonte e o receptor, da utilização de materiais absorventes (visando a redução da reflexão) e da implantação de barreiras acústicas, notadamente, no caso de ruído de tráfego, seja ele ferroviário ou rodoviário.

No caso das barreiras acústicas, de acordo com WHO (1999), em vários países da Europa foram estabelecidos regulamentos para este tipo de dispositivo. Não obstante, na prática, elas não têm sido adequadamente implantadas. Este tipo de regulamento deve compreender: métodos de medição e cálculo para deduzir o nível de pressão sonora contínuo equivalente de tráfego rodoviário ou ferroviário, bem como esquemas para determinação da efetividade da barreira; limites de pressão sonora que devam ser atingidos com a implantação de barreiras; provisões orçamentárias; e autoridades responsáveis.

No Brasil existe regulamentação relativa a barreiras acústicas dispostas na Norma NBR 14313: Barreiras acústicas para vias de tráfego – Características construtivas (1999) da ABNT, conforme será visto no Capítulo 4.2. Contudo, a implantação ainda é muito incipiente. É reportada, apenas, a implantação de barreiras acústicas na Linha Amarela, que interliga as zonas norte e oeste da cidade do Rio de Janeiro. Porém, a experiência e a inspeção visual permite a autora a afirmar que ela não foi adequadamente inserida. Reporta-se, também, a implantação de um protótipo no Km 14/15 da Rodovia Bandeirantes, que interliga as cidades de São Paulo e Campinas.

A terceira possibilidade de intervenção se dá no local onde se encontra o receptor. Esta pode compreender mudanças na forma e orientação das fachadas das edificações, evitando reflexões para os ambientes internos que abriguem atividades sensíveis ao ruído. Neste caso também são recomendadas a adoção de métodos construtivos apropriados e a de isolamento de portas e janelas, principalmente em locais próximos a vias de tráfego rodoviário pesado, linhas férreas ou, ainda, aeroportos.

A seleção dentre as opções de controle de ruído, anteriormente descriminadas, ou outras existentes, deve levar em consideração fatores técnicos, financeiros, sociais, ambientais e de saúde, além da velocidade com a qual as medidas de controle podem ser implementadas e se são medidas que podem tornar-se realmente eficazes (WHO, 1999).

Durante o processo seletivo tem que se certificar de que as opções selecionadas são tecnicamente praticáveis, dados os recursos da região, e financeiramente viáveis dentro de uma perspectiva de longo prazo. A comparabilidade financeira entre as medidas disponíveis pode ser realizada através de uma análise custo/benefício, que deve levar em conta, não só o custo para a implantação das medidas como também o custo de manutenção do nível de desempenho esperado. Além disto os custos e os benefícios de cada opção devem ser avaliados para a eqüidade social, bem como para a saúde das pessoas expostas e para o ambiente. Para a saúde geralmente são utilizadas as relações de dose-resposta.

Outros fatores a serem ainda considerados, de acordo com WHO (1999), são denominados como de "efeitos-orientados" e de "fontes-orientadas". O primeiro princípio relaciona-se a exigência de controle ser determinada em função dos possíveis danos à saúde e ao meio ambiente. Assim ações deverão ser impetradas mediante a ocorrência de aumento de emissão sonora que, conseqüentemente, cause impactos adversos à saúde, ao meio ambiente ou quando os padrões de emissão sejam excedidos. O segundo princípio refere-se a adoção da melhor tecnologia disponível ou das melhores técnicas disponíveis, que não envolva custos excessivos. Normalmente os países desenvolvidos utilizam uma combinação destes dois princípios.

Em alguns países a hierarquização das medidas a serem implantadas é realizada de tal forma de modo que a compulsoriedade seja minimizada. Isto significa dizer que deve ser conferida prioridade inicial a adoção de instrumentos físicos (infra-estruturais) que criem circunstâncias capazes de incentivar indivíduos e organizações a se comportarem de maneira consistente com os objetivos da política. Estes devem ser seguidos, respectivamente, por instrumentos sociais (que tentam persuadir melhor que compelir), instrumentos econômico/financeiros (o comportamento indesejado é ainda possível, mas

somente pagando um preço) e finalmente pela legislação (o comportamento indesejado é regulado ou proibido).

No capítulo seguinte, intitulado GESTÃO DA POLUIÇÃO SONORA URBANA – EXPERIÊNCIAS, são apresentadas experiências positivas e negativas da implementação de políticas de gestão da poluição sonora definidas neste capítulo e a experiência brasileira.

4. GESTÃO DA POLUIÇÃO SONORA URBANA – EXPERIÊNCIAS

Diversos países têm adotado políticas de gestão da poluição sonora urbana, assim como cidades no mundo todo. As experiências da Argentina, Austrália, Paquistão e África do Sul, são citadas em WHO (1999). Outras são referidas na Internet, tais como a política das cidades de Hong Kong (China) , West Berkshire (Inglaterra), Queensland (Austrália), etc.

A tese aborda somente as experiências dos EUA e a da CE, pelas razões expostas a seguir:

- a dos EUA constitui-se em uma experiência fracassada de implementação de política de gestão de poluição sonora, representando, portanto, um exemplo a não ser seguido. Assim aqui são apontados os erros cometidos para que sejam evitados;
- a da CE, que, contrariamente a norte-americana, constituiu-se em exemplo a ser seguido, extraindo o que pode ser utilizado no contexto brasileiro. Por esta razão será detalhada, além de ser realizada uma comparação entre os atuais quadros legais estruturados no âmbito da CE e no do Brasil.

Adicionalmente, será realizada uma descrição resumida da "Norma Série ISO 1996 - Descrição e Medição do Ruído Ambiental - Parte 1: Grandezas Fundamentais e Métodos de Avaliação". A razão da abordagem da norma se deve ao fato de que nela são definidas as grandezas fundamentais utilizadas para a descrição do ruído nos ambientes públicos, assim como são descritos os procedimentos básicos de sua avaliação. Também são especificados métodos de avaliação do ruído ambiental e fornecidas indicações para predizer a reação da comunidade face a uma exposição sonora de longo prazo e face a diferentes tipos de ruído ambiente, limitando-se, porém, a zonas habitadas e a utilização em planejamento de uso do solo.

Outrossim, considerando-se a sua importância, é realizada no item 4.3 uma comparação entre esta Norma e a Norma NBR 10151.

4.1 <u>Experiência Internacional</u>

4.1.1 Estados Unidos da América

No início da década de setenta representantes do *Institute of Noise Control Engineering* (INCE/USA) atuaram como um grupo especial de interesses junto ao Congresso Norte-Americano, visando a adoção de uma política nacional de ruído. A política se consolidou pela promulgação do *The Noise Control Act of 1972* (NCA-72), elaborado pela Agência Federal de Proteção Ambiental Norte-Americana (*Environment Protection Agency* – USA/ EPA), que teve o objetivo de promover um ambiente livre de ruídos que poderiam representar danos à saúde e ao bem-estar para todos os americanos. Ainda, a pedido da EPA, a política incluiu critério de níveis de ruído adequados para proteger a saúde e o bem-estar, com adequada margem de segurança. Contudo, o NCA-72 não considerava os custos envolvidos ou a exeqüibilidade da sua posta-em-ação HUD (apud SOUSA, 1996).

A abordagem utilizada para lidar com o problema de ruído restringia-se ao controle da emissão de ruído na fonte, que podia ser produzida tanto por um motor de uma aeronave, quanto por uma britadeira. Além disto não utilizava instrumentos preconizados em outras políticas ambientais adotadas no país. Por exemplo, com a adoção do *Clean Air Act*, que fixa normas para a gestão da qualidade do ar, a EPA possui autoridade para tomar medidas punitivas contra as cidades que não alcançam o progresso esperado. No entanto, em relação ao ruído, não havia nenhum dispositivo similar HUD (apud SOUSA, 1996).

Outras agências federais, como o *The Department of Housing and Urban Development* (HUD) ou *Farmers House Administration*, desenvolveram regulamentações relacionadas com nível de ruído global em comunidade, mas envolvendo somente os programas específicos e não colocando sobre obrigação legal as comunidades locais HUD (apud SOUSA, 1996).

A seguir, com base em LANG (2001), são apresentados os motivos pelos quais a tentativa de implantação da política nacional – EUA de gestão da poluição sonora ter resultado em fracasso.

Década de setenta

A responsabilidade pela implementação da política foi atribuída a uma única agência governamental, a US/EPA, o que determinou uma disputa jurisdicional entre agências federais governamentais a fim de determinar quais delas deteriam a regulação sobre as principais fontes de ruído. A *Federal Aviation Administration* (FAA), por exemplo, contestou e lhe foi atribuída a responsabilidade de regular as fontes de ruído aeronáutico.

Além do problema de atribuição de competência para a posta-em-ação da Lei, outra questão identificada relaciona-se com o fato que a EPA não foi capaz de conseguir a cooperação dos fabricantes das diferentes fontes de ruído. Os fabricantes perceberam que era mais barato lutar judicialmente contra a EPA do que desenvolver controles de ruído aplicados a seus produtos. Este fato levou a EPA a despender grande parte do seu tempo nas esferas dos Poder Judiciário, defendendo-se das ações impetradas pelas associações patronais, representantes dos fabricantes. Estas ações questionaram, não só a autoridade de regulação, mas, também, as metodologias de medição de ruído utilizadas pela EPA.

Em 1977 o *National Bureau of Standards* elaborou e propôs um manual com a intenção de suprir a deficiência metodológica de medição de ruído. O método preconizado baseava-se em normas nacionais e internacionais, porém foi totalmente ignorado pela US/EPA.

No final da década, a EPA teve dois dos seus pontos de vista contestados: um pela FAA e o outro pelos produtores de equipamentos que não aceitavam a sua prerrogativa de determinação dos limites de emissão de ruído para seus produtos.

Década de oitenta

A abordagem nacional da política de ruído foi abandonada e passou-se a uma abordagem estadual e de suas municipalidades. A US/EPA forneceu recursos para estruturar e dar suporte a esta nova infra-estrutura, os quais possibilitaram a implantação de muitos programas de controle de ruído, mas que, algum tempo após, foram cortados. O que se constatou ao término da década foi que poucos estados possuíam qualquer tipo de programa de ruído em vigência.

Década de noventa e, até a atualidade

O programa da FAA foi o único programa regulador com recursos federais que continuou. Este sucesso deve-se ao envolvimento de todos os níveis de governo, definindo regras para os participantes do cenário. Com efeito, enquanto a ação federal é importante, embasando o programa, a ação local é necessária para completar as medidas delineadas na esfera federal.

Como se pode observar, ainda de acordo com LANG (2001), a experiência americana é fundamental para se ter uma clara perspectiva do papel de especialistas, de grupos de interesse e de políticos na implementação de uma política de gestão da poluição sonora. Segundo LANG (idem) quando os limites de emissão sonora de fontes não são impostos as forças econômicas de mercado é que irão determinar o nível de ruído emitido pelos produtos. Contudo, este fato é difícil de ocorrer em países subdesenvolvidos. Isto veio a ser constatado posteriormente no Brasil com a experiência brasileira de etiquetagem sonora de aparelhos eletrodomésticos (Selo Ruído). Os fabricantes de tais produtos não se mostraram receptivos a idéia de etiquetá-los, devido aos custos que envolveriam a redução da emissão sonora, tornando a aposição ao selo compulsória.

4.1.2 Comunidade Européia

4.1.2.1 Quinto Programa de Ação Ambiental – *Towards Sustainability*

De acordo com CE (1996c) o ruído ambiente causado pelo tráfego e pelas atividades industriais e de recreio, especialmente em áreas urbanas, constitui-se em um dos

principais problemas ambientais na CE, sendo fonte de um número crescente de reclamações por parte da população, além de ser considerado como uma das principais causas da redução da qualidade de vida.

Ainda segundo a CE (idem), estimou-se que:

- cerca de oitenta milhões de pessoas (17% a 22% da população da CE) são expostas, durante o período diurno e no ambiente externo, a níveis de ruído contínuos emitidos pelos meios de transporte, superiores àqueles considerados aceitáveis por cientistas e profissionais da área de saúde. Esta exposição pode causar distúrbios no sono e outros efeitos adversos à saúde;
- cento e setenta milhões de pessoas vivem nas denominadas "áreas cinzas", onde se verificam níveis compreendidos entre 55 dB(A) e 65 dB(A), capazes de causar incômodo.

As ações da CE visando combater estes problemas já existiam há mais de vinte e cinco anos. Contudo, consistiam basicamente em legislações que estabeleciam limites máximos de emissão sonora para veículos, aeronaves e máquinas/equipamentos, dentro de uma perspectiva do mercado interno da CE ou, então, na aplicação de acordos internacionais, como no caso de aeronaves, associados a procedimentos de certificação para garantir que os projetos novos dos produtos (veículos e aeronaves) tenham um desempenho atendendo aos níveis limites de emissão sonora pré-estabelecidos. Os Estados-membros por sua vez, visando a redução do ruído, utilizavam uma série de regulamentações suplementares.

Observou-se que as ações da Comunidade e dos Estados-Membros tinham prioridade inferior àquelas destinadas a minimizar outros tipos de poluição. Este fato, segundo a CE (idem), pode ser parcialmente explicado pela falta de conhecimento do problema por parte dos tomadores de decisão e devido ao fato de que os efeitos causados pelo ruído não são insidiosos e não se dão de forma catastrófica e, finalmente, por ser o ruído um problema fundamentalmente local, sentido de forma diferenciada nas diversas partes da CE.

Apesar da existência de políticas há muitos anos, constatou-se que tinha sido alcançado pouco sucesso na redução nos níveis reais de exposição a que a população européia estava sendo submetida. Além disso como por exemplo os quatro primeiros Programas de Ação Ambientais para a CE, vigentes entre 1973 e 1992, as ações não haviam sido concebidas e estruturadas no âmbito de um programa integrado. Com a criação do Quinto Programa de Ação Ambiental – "Towards Sustainability" (1993-2000) esta distorção é corrigida e inicia-se uma mudança de abordagem no enfrentamento da poluição sonora pela inclusão de objetivos a serem alcançados e de um programa de redução de ruído, especificando ações destinadas ao cumprimento destes objetivos (CE, idem).

Esse Programa estabeleceu como objetivo básico que "***nenhuma pessoa deverá ser exposta a níveis de ruído que ponham em perigo a sua saúde ou qualidade de vida***" (CE, idem).

Para tal apresenta no seu anexo valores de níveis de exposição ao ruído que deveriam ser alcançados até o ano 2000.

Adicionalmente o Programa especifica quais os instrumentos a serem desenvolvidos e aplicados, grupando-os em quatro conjuntos, a saber: instrumentos legais, instrumentos baseados no mercado (incluindo instrumentos fiscais e econômicos e acordos voluntários), instrumentos de suporte horizontal (pesquisa, informação, planejamento, educação, etc) e mecanismos de suporte financeiro. Tal como se vê o tratamento dado à questão sonora não se restringe ao desenvolvimento e aplicação de instrumentos legais sobre a emissão de fontes.

Um relatório intermediário sobre a evolução da aplicação do Programa da Comunidade Européia de Política e Ação em Matéria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - "Em Direção a um Desenvolvimento Sustentável" (DG XI – Meio Ambiente; CE) foi publicado em 1995 ressaltando a necessidade de um aumento dos esforços para atendimento dos objetivos propostos (CE, 1995). Em seguida uma proposta de revisão do Programa, publicada no mesmo ano, anunciou que deveria ser dada particular atenção a redução de ruído e que deveria ser abordada as questões da

disponibilidade de informação ao público, da elaboração de indicadores comuns de exposição ao ruído ambiental e das emissões de ruído de produtos.

Em 1996 anunciou-se o primeiro passo para o desenvolvimento do Programa, com a edição do Livro Verde – Futura Política de Ruído.

4.1.2.2 Livro Verde – Resumo

O Livro Verde teve por objetivo estimular a promoção de um debate sobre a abordagem da futura política de ruído. Nele a CE (1996c) defende uma abordagem global que integre o conjunto de parceiros locais e nacionais e propõe:

- a instauração de uma real repartição das responsabilidades;
- a definição de objetivos a serem cumpridos;
- o reforço da coerência das ações;
- o estabelecimento de um acompanhamento dos progressos alcançados;
- o desenvolvimento de métodos de controle da poluição sonora.

O Livro compreende informações básicas sobre fontes de ruído e efeitos adversos do ruído à saúde, uma breve contextualização da questão do ruído na CE, algumas estimativas de valor para as externalidades causadas pelo ruído, a análise da abordagem da redução do ruído implantada nos Estados-Membros e na CE, e o esboço de novas ações e opções futuras (CE, idem).

A seguir são apresentadas, resumidamente, as principais considerações quanto a dimensão da questão do ruído na CE e as ações propostas e opções futuras, apenas o detalhamento, além das demais partes constitutivas do Livro Verde, excluindo-se as informações básicas sobre fontes de ruído e efeitos adversos, estão apresentados no Apêndice 9.9. Recomenda-se a leitura do Apêndice, pois se pode dizer que o Livro Verde constitui-se em um documento de referência, onde questões importantes são levantadas e que deverão, eventualmente, ser observadas quando da elaboração de documento semelhante para o Brasil.

Dimensão da questão do ruído na CE

A conclusão apresentada inclui os fatos de que:

- os dados relativos à exposição sonora da população apresentavam grandes lacunas e uma dificuldade de comparabilidade. A última característica deveu-se à utilização de métodos de obtenção de dados e métricas, distintos. Com relação aos dados relativos a incômodo causados à população, a situação era ainda mais crítica, não existindo uniformidade nas questões abordadas nas enquetes, o que não permitia a avaliação de como a população encarava o ruído;
- a exposição sonora causada pelo ruído de transporte ferroviário e aeronáutico havia sido reduzida em função das medidas introduzidas nas fontes, ainda que, no caso do ruído aeronáutico, o tráfego de aeronaves tivesse aumentado. No caso da exposição ao ruído rodoviário, apesar de ter reduzido para os níveis acima de 70 dB(A), ampliou-se na faixa entre 55dB(A) e 65 dB(A), devido, aparentemente, ao aumento da frota. Além disso diagnosticou-se que o período de maior exposição, que se dava nos horários de *rush*, estendeu-se. Desta forma, tornava-se recomendável a adoção de medidas mais severas, a fim de evitar o agravamento do incômodo;
- a inexistência de referências de uma metodologia normalizada de valoração econômica das externalidades causadas pelo ruído. Uma análise comparativa (1993) entre alguns estudos efetuados já efetuados para os sistemas de transportes, apontou que a estimativa dos custos do ruído para a sociedade situava-se entre 0,2% a 2% do PIB. Tomando a estimativa mais baixa, o custo se traduz em perdas econômicas anuais de mais de 12 bilhões de euros. Ademais foi constatado que existem poucos dados com relação aos custos reais dos prejuízos causados pelo ruído expressos como estimativas monetárias de custo de saúde.

Novas Ações e Opções Futuras

A Comissão apresenta duas abordagens intervencionistas para a redução do ruído, a saber:

a) Política geral de redução de ruído — que resultou na publicação da Diretiva relacionada à “Avaliação e Gestão do Ruído Ambiental” - DAMEN 2002/49/CE;
b) Redução das emissões na fonte — que resultou na publicação de diferentes Diretivas sobre emissão de fontes individuais.

a) Política geral de redução de ruído

(enquadramento para a avaliação da exposição)

- Prioridades em curto e médio prazo
  1. melhoria da qualidade dos dados: da sua comparabilidade e do acompanhamento; e da disponibilização da informação ao público;
  2. proposição de uma legislação sob forma de uma Diretiva, para estabelecer um enquadramento das ações.

- Medidas

  Fase 1
  1. estabelecimento de indicador comum de exposição sonora;
  2. disposições para o estabelecimento e utilização de métodos harmonizados para a previsão e medição do ruído ambiental, considerando-se as diferentes tipologias de fontes;
  3. disposições de intercâmbio de informações comparável sobre a exposição ao ruído, entre os Estados-Membros;
  4. avaliação da exposição ao ruído ambiental, por autoridades competentes dos Estados-Membros, e fornecimento das informações resultantes da avaliação;
  5. harmonização dos dados.

  Fase 2
  1. apresentação à população.

b) Redução das emissões na fonte

- Ruído de tráfego rodoviário:
  - redução dos valores de emissão de ruído autorizados;
  - intervenção ao nível das infra-estruturas para limitar o ruído causado pelos pneus (revestimentos de estradas mais silenciosos);
  - revisão das modalidades de tributação dos veículos, considerando-se o seu nível sonoro;
  - instauração de controle de ruído emitido pelos veículos, quando do controle técnico;
  - desenvolvimento de instrumentos econômicos, tais como incentivos a compra de veículos silenciosos;
  - limitação da utilização de veículos ruidosos (proibição da circulação de veículos pesados nas aglomerações durante a noite e nos fins-de-semana).

- Ruído de tráfego ferroviário:
  - extensão dos valores limites de emissão ao conjunto da rede ferroviária;
  - desenvolvimento da investigação no domínio da redução do ruído proveniente de trens; e
  - harmonização dos métodos de avaliação e previsão dos ruídos provenientes dos trens.

- Ruído de tráfego aéreo:
  - redução do volume de emissões autorizado;
  - apoio à construção e utilização de aeronaves menos ruidosas;
  - ordenamento das zonas situadas nas imediações dos aeroportos;
  - introdução de uma classificação acústica das tipologias de aeronaves, em conformidade com o seu ruído operacional e não de acordo com os critérios do Anexo 16 da Convenção de Chicago.

- Ruído de equipamentos e máquinas:
    - rotulagem e generalização da rotulagem para os equipamentos colocados no mercado (a gama de equipamentos seria ampliada, não se restringindo mais a equipamentos/máquinas de construção civil);
    - simplificação de textos legislativos que prevêem a limitação de emissões.

4.1.2.3 Futura Estratégia da CE

A Futura Estratégia da CE para a Política de Ruído foi oficialmente lançada durante a Conferência de Copenhagen, em setembro de 1998 (CE, s.d.). Na ocasião, várias medidas visando o desenvolvimento da Política de Ruído Européia foram então estabelecidas, a saber:

- criação de uma Rede de Peritos em Ruído, cuja missão seria a de assistir a Comissão Européia de Meio Ambiente no desenvolvimento da Política (ver item a, Apêndice 9.10);
- realização de um inventário das atuais metodologias e procedimentos de avaliação e gestão ambiental e controle da poluição (indicadores) existente nos Estados-Membros (ver item b, Apêndice 9.10);
- elaboração de uma nova Diretiva sobre Ruído Ambiental, objetivando requerer, das autoridades competentes nos Estados-Membros, a produção de mapas de ruído sobre uma base de indicadores harmonizados, a fim de informar o público sobre a exposição sonora, assim como possibilitar delinear planos de ação (ver item c, Apêndice 9.10);
- diretiva sobre ruído de equipamentos usados no exterior, o que simplifica a legislação relacionada com equipamentos ruidosos (ver item d, Apêndice 9.10);
- continuação e desenvolvimento das legislações (existentes) relacionadas com as fontes de ruído individuais, tais como veículos motores, aeronaves e trens (ver item e, Apêndice 9.10);
- provisão de suporte financeiro para diferentes estudos e projetos de pesquisa relacionados com ruído (ver item f, Apêndice 9.10).

Tal como indicado, no Apêndice 9.10 são descritos os mecanismos, são nomeados os indicadores, são descritos os planos de ação e são indicados, por fonte individual, as Diretivas, as quais, em conjunto, constituem a Estratégia da CE para a Política de Ruído da Comunidade.

4.1.3 Normalização Internacional – *International Organization for Standardization* (ISO)

A tentativa de normalização com abrangência internacional é concretizada pela série de Normas ISO denominadas, na sua primeira versão como "ISO 1996 Acústica – Descrição e Medição do Ruído Ambiental" e constituída de três partes:

- parte 1: Grandezas fundamentais e métodos de avaliação, de 15/09/82;
- parte 2: Aquisição de dados pertinente ao uso do solo, de 15/04/87;
- parte 3: Aplicação de limites de ruído, de 15/12/87.

Recentemente a Norma foi revista no âmbito do Subcomitê SC 1- Ruído do TC 43-Acústica, passando a ser denominada "ISO 1996 Acústica – Descrição, Medição e Avaliação do Ruído Ambiental", sendo constituída, agora, por apenas duas partes, que anulam e substituem as anteriores, a saber:

- parte 1: Grandezas fundamentais e métodos de avaliação, de 01/08/2003; e
- parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora (em elaboração).

Esta série de normas tem por objetivo contribuir para a harmonização dos métodos de descrição, medição e avaliação do ruído ambiental, no plano internacional qualquer que seja a fonte de ruído. Ela se propõe a fornecer os descritores da situação sonora, nos ambientes em comunidade, às autoridades públicas. Baseando-se nos princípios descritos é possível desenvolver normas nacionais, regulamentações e os correspondentes limites de ruído aceitáveis (ISO, 2003).

Ela torna-se importante na medida em que existe um grande número de métodos atualmente utilizados no mundo inteiro, para diferentes fontes de ruído, dificultando assim a comparação e a compreensão em nível internacional.

A Diretiva Européia 2002/49/CE recentemente publicada apresentada no item 4.1.2.2, recomenda, no seu Anexo II, referido no Artigo 6º, que caso os Estados-Membros desejem utilizar seus próprios métodos oficiais de medição, estes deverão ser adaptados de acordo com as definições dos novos indicadores propostos e com os princípios aplicáveis às medições de longo prazo, conforme enunciados na norma ISO 1996-2: 1987 e ISO 1996-1: 1982 (CE, 2002a).

A primeira versão da "NBR 10151 - Acústica - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade – Procedimento", remetida pela Resolução CONAMA 001, de 01 de março de 1990, foi elaborada a partir da série ISO 1996. Todavia, a versão atual não a seguiu, pois quando foi efetuada a última revisão da NBR, a ISO, também, já se encontrava ultrapassada (mais de dez anos). Pode ser que, diante desta versão atual da ISO, seja necessário antecipar o processo de revisão da NBR 10151, que já se faz premente, apesar de atualmente as duas apresentarem características distintas: a primeira considerando um horizonte de longo prazo, e a segunda, fundamentalmente, de curto prazo.

Pelo exposto torna-se importante descrever esta nova série, tendo em vista essa possibilidade de uma nova revisão da NBR 10151. Esta descrição encontra-se no Apêndice 9.12.

4.2 Experiência Brasileira

4.2.1 Contextualização

No Brasil a poluição sonora urbana determina um número significativo de reclamações por parte da população, sejam as cidades de maior ou menor porte. Estas reclamações são encaminhadas às Secretarias Municipais de Meio Ambiente, assim como aos Órgãos Estaduais de Meio Ambiente (OEMAs).

Não obstante, a poluição sonora ser responsável por danos à saúde e pela perda da qualidade de vida dos cidadãos, ainda não se encontra na pauta da Agenda Nacional de Brasileira de Meio Ambiente. Com efeito, o fato pode ser verificado pela leitura dos Programas do Ministério do Meio Ambiente (MMA), que representam as ações de Governo no âmbito deste Ministério e que são propostas no Plano Plurianual 2004-2007, documento no qual a poluição sonora não se encontra incluída na Agenda Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 2003b).

Por outro lado, observando-se o texto base preparado pelo MMA para a Conferência Nacional do Meio Ambiente, "Vamos Cuidar do Brasil Fortalecendo o Sistema Nacional de Meio Ambiente", de dezembro de 2003, verifica-se no diagnóstico realizado sobre o tema estratégico Meio Ambiente Urbano que a poluição sonora aparece ao lado da poluição atmosférica. Todavia, ao se fazer a leitura do texto único, relativo as duas questões, verifica-se que, basicamente, ele refere-se a poluição atmosférica (BRASIL, 2003d).

Tampouco a poluição sonora foi considerada crime ambiental na Lei 9.605/98, na qual o artigo 59, que a incluía (transcrito a seguir), recebeu veto presidencial. Segundo PEREIRA Jr. (2002), isto ocorreu devido à pressão exercida pela "bancada evangélica", que via nesse dispositivo a possibilidade de cerceamento da liberdade de culto. O artigo 59 diz:

> *"Produzir sons, ruídos ou vibrações em desacordo com as prescrições legais ou regulamentares, ou desrespeitando as normas sobre emissão e imissão de ruídos e vibrações resultantes de quaisquer atividades: pena – detenção, de três meses a um ano e multa".*

As razões para o veto são a seguir transcritas:

> "*O bem juridicamente tutelado é a qualidade ambiental, que não poderá ser perturbada por poluição sonora, assim compreendida a produção de sons, ruídos e vibrações em desacordo com as prescrições legais ou*

regulamentares, ou desrespeitando as normas sobre emissão e imissão de ruídos e vibrações resultantes de quaisquer atividades.
O art. 42 do Decreto-Lei 3.688, de 3 de outubro de 1941, que define as contravenções penais já tipificava a perturbação do trabalho e do sossego alheio, tutelando juridicamente a qualidade ambiental de forma mais apropriada e abrangente, punindo com prisão simples, de 15 (quinze) dias a 3 (três) meses, ou multa, a perturbação provocada pela produção de sons em níveis inadequados ou inoportunos, conforme normas legais ou regulamentares.
Tendo em vista que a redação do dispositivo tipifica penalmente a produção de sons, ruídos e vibrações em desacordo com as normas legais ou regulamentares, não a perturbação da tranqüilidade ambiental provocada por poluição sonora, além de prever penalidade em desacordo com a dosimetria penal vigente, torna-se necessário o veto do art. 59 da norma projetada".

Caso semelhante ocorreu no processo de aprovação da legislação de poluição sonora na cidade do Rio de Janeiro, na qual, igualmente, a "bancada evangélica" interveio conseguindo estabelecer uma exceção quanto a adoção dos níveis critério de avaliação para cultos religiosos, cujo limite permitido é de 75 dB(A), apenas para o período diurno, conforme determina o Art. 1 da Lei 3.342/01, que altera o Art. 11 da Lei 3.268/01.

Por mais contraditório que pareça é grande o número de reclamações quanto a poluição sonora causada por igrejas e templos religiosos nas Secretarias de Meio Ambiente de inúmeras cidades brasileiras. Como exemplo pode-se citar o caso da cidade de Fortaleza/CE, onde essas instituições apareceram em terceiro lugar no *ranking* de reclamações registradas pelo serviço de Disque Silêncio, perdendo apenas para veículos de propaganda e para casas de shows e bares (SOARES, 2003).

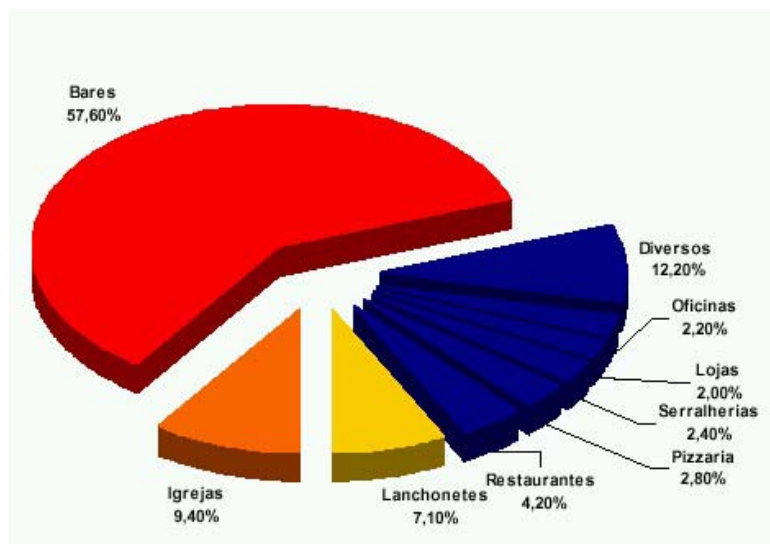
Na cidade de São Paulo esse tipo de reclamação constituiu-se, no ano de 2002, na segunda maior fonte de reclamação, só perdendo para os bares, conforme pode ser visto na Figura 16**.**

Fonte: USP, 2003.

Figura 16 – Origem do Ruído, por Tipo de Estabelecimento

Estes fatos demonstram que o processo de elaboração e implementação de uma lei é um fato político, onde influências das partes interessadas podem minar a sua racionalidade técnica. Por este motivo, o modelo causal precisa estar fundamentado em bases estritamente sólidas e científicas.

Pelo exposto, verifica-se que é dada prioridade inferior a gestão da poluição sonora no *portfolio* ambiental, no qual questões como a da qualidade do ar e da água, entre outras, ocupam papel central na política ambiental.

Cabe ressaltar, como citado no caso da CE, que esta não priorização deve-se, principalmente, a falta de conhecimento dos efeitos causados à saúde humana por parte dos tomadores de decisão e por parte da população, por ser um problema sentido localmente e de forma diversificada, nas diferentes partes de uma comunidade (CE, 1996c).

Por não se dar prioridade, pode-se dizer que, sob o ponto de vista da disponibilidade de informação, há poucos dados relativos a exposição sonora da população e ao conseqüente incômodo causado. Com efeito, raros são os levantamentos de ruído realizados nas capitais brasileiras, a fim de se estabelecer um quadro real da situação da exposição sonora da população. Mais raras, ainda, são as enquetes, acreditando-se que somente tenham sido realizadas no âmbito de pesquisas universitárias, de forma a

permitir uma avaliação de como a população “encara” o ruído. Têm-se conhecimento da disponibilidade de dados de levantamentos sonoros realizados nas capitais Belo Horizonte, Curitiba, Porto Alegre e São Paulo e de dados relativos a incômodo na cidade de Curitiba, cujos resultados são apresentados no Apêndice 9.13 Mapeamento Sonoro das Cidades Brasileiras – Resumo.

A partir da observação dos resultados obtidos nos levantamentos descritos no Apêndice 9.13 – para regiões selecionadas das cidades de Belo Horizonte, Curitiba, Porto Alegre e São Paulo, verifica-se que foram adotados diversos procedimentos de medição e de metodologia de mapeamento, o que dificulta a comparação entre os resultados obtidos. Além disso, em todos os levantamentos realizados, os níveis sonoros mostraram-se elevados e, na maioria dos casos, superiores aos níveis estipulados nas legislações, sejam municipais ou mesmo federal.

Adicionalmente, quanto aos resultados da enquete referida, concluiu-se que o ruído de transporte rodoviário foi apontado como a principal fonte de incômodo à população. Apesar disso a maior parte das Secretarias de Meio Ambiente não impetra qualquer ação voltada para minimizar este tipo de poluição sonora, nem tampouco recebem reclamações quanto a ela, como pode ser constatado no texto transcrito de um artigo intitulado “Gestão Ambiental no Controle da Poluição Sonora: A Experiência de Porto Alegre”, publicado nos Anais do XIX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica, realizado em 2000:

> “*Apesar de as ocorrências sonora devido ao tráfego de veículos automotores serem bastante intensas, de um modo geral, estas não são denunciadas. Isto pode ser explicado pelo fato de o ruído de tráfego ser do tipo intermitente, não proporcionando, a curto prazo, os incômodos inerentes ao ruído contínuo, tal como o das fontes fixas*” (SCHIMITT, 2000).

Acredita-se que a explicação para este fato vá um pouco mais além da referida no texto. Ela reside na forma como a população encara o ruído de tráfego rodoviário, ou seja, como um ônus que ela tem que pagar por morar nos centros urbanos, além do desconhecimento da existência de soluções para reduzir este tipo de poluição. Além é

claro do desaparelhamento físico e da falta de capacitação específica do Sistema Administrador.

Em relação à implantação nas cidades brasileiras de medidas de mitigação de poluição sonora devido ao tráfego rodoviário, não são conhecidas soluções que indiquem o uso sistemático. Com efeito, soluções do tipo barreiras acústicas, tão comuns nas cidades européias e americanas, são raríssimas em nossas cidades. Digo raríssima, pois no Rio de Janeiro-RJ implantaram-se tais barreiras na Linha Amarela, que interliga as zonas norte e oeste da cidade, porém apresentam falhas de concepção acústica de projeto, não surpreendendo que os resultados obtidos não sejam satisfatórios. Outro raro exemplo de implantação de barreira se deu no km 14/15, da Rodovia Bandeirantes, que liga São Paulo a Campinas. Um projeto-piloto de barreira finita formada por painéis de concreto protendido alveolar e pré-moldados, com comprimento de 300 m e altura de 5m, foi construído no ano de 1999. Os resultados das medições realizadas, antes e após a implantação da barreira, em apartamentos das edificações protegidas, apontaram uma melhoria da ordem de 50% a 70 % nas condições iniciais, conseguindo atender aos padrões de conforto estipulados (AKKERMAN *et al*, 2000).

Em 1995 foi desenvolvido pela COPPE/UFRJ um anteprojeto de barreira acústica para o Elevado Paulo de Frontin (que interliga as zonas norte e sul da cidade do Rio de Janeiro) solicitado pela Secretaria Municipal de Transportes. Todavia, tal anteprojeto não saiu do papel devido aos custos envolvidos.

Outras medidas de mitigação, tais como a incorporação das questões do ruído na gestão de tráfego, dificilmente são verificadas. Talvez a poluição sonora da avenida Nossa Senhora de Copacabana, na zona sul do Rio de Janeiro-RJ e outras com características semelhantes, pudessem ser minimizadas se o tráfego pesado fosse desviado para a av. Atlântica ou outras vias, onde a configuração do tecido urbano não contribui para o aumento do ruído no local.

Com relação à adoção de medidas visando à redução do ruído de tráfego ferroviário, a situação, também, é crítica. Apenas se verificam algumas medidas quando da implantação desta atividade no espaço urbano e devidas às exigências do processo de

licenciamento ambiental. Todavia, não existem legislações especificas, o que levou, na implantação do Metrô de São Paulo-SP, a se utilizar critérios americanos.

Outrossim, conforme poderá ser visto adiante, não há legislação estabelecendo níveis limites de emissão sonora para as composições ferroviárias, como existe para os veículos automotores.

Considerando-se o ruído de tráfego aeroportuário a COPPE/UFRJ está elaborando as curvas de ruído dos aeroportos sobre a administração da INFRAERO (um total de sessenta e seis aeroportos) e estudos de hierarquização, a fim de identificar em quais aeroportos a situação é mais crítica, fazendo-se premente que algumas ações sejam tomadas. Contudo, como será mostrado adiante, existe incompatibilidade entre as métricas e os valores de níveis critério de ruído adotados na legislação aeronáutica e nas legislações de poluição sonora urbana, nas três esferas governamentais.

Outra questão se refere a continuação, até 2010, por aspectos econômicos, da operação nos aeroportos brasileiros de aeronaves Capítulo 2, contrastando com os da CE, nos quais estas aeronaves são proibidas de aterrissar e de decolar, desde 2002.

Com efeito, toda esta problemática vivenciada nas grandes cidades brasileiras não deve ser diferente no restante das cidades de menor porte, como verificado por meio de quatro citações, referenciadas a seguir:

- Em Caeté - Minas Gerais, foi realizada uma enquete, via Internet, na qual cerca de 54%, dos cento e setenta e três internautas votantes, apontaram a poluição sonora como o fator mais estressante da cidade (POPULAÇÃO..., 2004).

- Na cidade de Volta Redonda - Rio de Janeiro, um estudo desenvolvido pelos alunos do Curso Técnico de Meio Ambiente, do Instituto de Cultura Técnica, entregue a Coordenadoria de Meio Ambiente (Coordema), mostra que os níveis de ruído, em vinte e quatro pontos da cidade estão acima dos limites permitidos pela Lei Municipal 3.326, de 1997 (CIDADE..., 2004).

- Em Codó - Maranhão, a Promotoria de Justiça reuniu representantes de diferentes segmentos da sociedade para orientar e esclarecer acerca das legislações que regulamentam os níveis de emissão sonora permitidos por lei, em áreas comerciais e residenciais, em função do grande número de reclamações da população quanto à utilização de propaganda volante, bares, boates e casas de show. Segundo o promotor a lei municipal viola a regulamentação estadual e federal quando estipula o limite geral de 84 dB(A) (MIRANDA, 2004).

- Em Ipojuca - Pernambuco, o Ministério Público Estadual e diversas empresas firmaram, em 2003, um Termo de Ajustamento de Conduta a fim de reduzir a poluição sonora nas praias de Maracaípe e Porto de Galinhas. Isto se deveu a realização de algumas festas (mega-eventos), que impediram os turistas hospedados em pousadas de dormir, afugentando-os destes locais (MESQUITA, 2004).

Desta forma acredita-se que a poluição sonora venha aumentando no Brasil, não só nas grandes cidades, mas, também, nas cidades menores. A razão aparente é a implantação de instalações ruidosas e do crescimento do volume de tráfego. Este último, provavelmente, tem sucedido de forma similar àquela ocorrida na Europa, cujo período de maior exposição, se dá no horário de *rush*, o qual tem se ampliado.

Sem o conhecimento dos níveis de ruído emitidos, principalmente pelos tráfegos rodoviário, ferroviário e aeronáutico, da exposição sonora que a população está sendo submetida, bem como da resposta da população ao incômodo causado, não é possível avaliar se a emissão sonora e a conseqüente exposição da população estão realmente reduzindo, em função, por exemplo, do estabelecimento de níveis limites de emissão.

Também não é possível estabelecer uma relação entre o percentual da população incomodada e o nível de exposição desta população. Isto é, estabelecer relações do tipo dose-resposta. Nesta perspectiva, provavelmente, muitos dos sintomas como estresse, insônia e alteração da pressão arterial diagnosticados em hospitais e clinicas médicas, entre outros, poderiam ser atribuídos a uma exposição sonora. Todavia, torna-se difícil associar os sintomas a exposição, sem ter conhecimento dos níveis de ruído aos quais a população está sendo submetida.

Com relação a outras formas de valoração econômica das externalidades causadas, não se tem conhecimento de estudos no Brasil, a fim de subsidiar tomada de decisões futuras, por parte dos órgãos competentes, envolvendo quaisquer das metodologias de valoração, como por exemplo, disponibilidade a pagar, preços hedônicos, custos das medidas de redução de ruído, custos da eliminação ou prevenção do ruído e custos das perdas de produção. Tem-se conhecimento apenas da realização de algumas teses no âmbito universitário e, caso existam, estes estudos são isolados e desta forma não integrados a uma política ou mesmo a um programa de minimização da poluição sonora. Portanto, não se conhecem os custos dos prejuízos causados pelo ruído em termos de estimativas de gastos com saúde.

Adicionalmente existe uma grande lacuna no que diz respeito a informação e a conscientização da população com relação aos efeitos causados pelo ruído, apesar da Resolução CONAMA 002, de 08 de março de 1990, instituindo o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora, denominado "Programa Silêncio", coordenado pelo IBAMA, tenha por objetivos, dentre outros:

> "*Divulgar junto à população, através dos meios de comunicação disponíveis matéria educativa e conscientizadora dos efeitos prejudiciais causados pelo excesso de ruído;*
> *Introduzir o tema "poluição sonora" nos cursos secundários da rede oficial e privada de ensino, através de um Programa de Educação Nacional"* (BRASIL, 1990b) .

Sem dúvida a informação e a educação são elementos importantes a serem considerados quando se elaboram políticas de gestão da poluição sonora e programas de combate à poluição sonora. A experiência européia, conforme abordado já abordado, tem demonstrado que estes elementos são mais eficazes quando aplicados em espaços limitados, do que campanhas nacionais de grande repercussão, que são, em geral, ocasionais e limitadas no tempo.

É possível observar nas cidades brasileiras trabalhadores, que exercem suas atividades nos ambientes externos, sendo submetidos a elevados níveis de ruído, sem estar usando protetores auditivos. Nos ambientes de trabalho, notadamente, ambientes industriais,

apesar de existir, desde 1978, a NR15 – Atividades Insalubres, do Ministério do Trabalho, estabelecendo níveis limites para a exposição sonora do trabalhador, a situação é, ainda, muito crítica. A perda da audição, em função dos altos níveis e da exposição prolongada ao ruído ocupacional tem se constituído em uma das principais causas da incapacidade funcional na área de direito trabalhista (SANTOS, 2001). No exato momento em que estou redigindo este texto, no terreno ao lado encontra-se um canteiro de obras para a execução de uma edificação multifamiliar, na fase de cravação de estacas, usando, para isto, um bate-estaca de impacto de tecnologia rudimentar, além de serra circular, fazendo com que os trabalhadores, bem como a vizinhança no entorno, sejam submetidos a níveis elevados de ruído, além de vibrações.

A classificação que divide o ambiente em ambiente de trabalho e ambiente exterior, adotada no Brasil e internacionalmente, não faz muito sentido quando se fala de sustentabilidade, pois o homem, que é submetido a níveis elevados de ruído nos ambientes de trabalho, é o mesmo que habita os espaços públicos externos e os espaços privados (sua residência). Desta forma os efeitos do ruído causados não se restringem aos limites dos ambientes de trabalho, sendo somatizados, podendo prejudicar o seu convívio familiar ou mesmo social. Portanto, quando se fala de sustentabilidade sonora, não se pode dissociar o ambiente de trabalho do ambiente exterior a ele.

Outra questão importante é a reconhecida falta de capacitação específica dos técnicos da maioria dos órgãos ambientais, em todas as esferas de Governo, reconhecida na Resolução CONAMA 002/90 (BRASIL, 1990b), porém, perdurando até os dias de hoje. Esta deficiência de capacitação se dá, seja para avaliar os Estudos de Impacto Ambiental Sonoro (EIA Sonoro), como parte integrante dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA), seja para exigir que estes sejam contemplados no licenciamento de determinadas atividades poluidoras, ou ainda para exercer a fiscalização das atividades poluidoras.

Além da capacitação dos técnicos, pode-se dizer que grande parte dos Órgãos Administradores Ambientais não possui instrumentação adequada (principalmente, medidores de ruído que atendam à Norma NBR 10151, remetida pela Resolução CONAMA 001, de 08 de março de 1990). Desta forma muitos de seus laudos poderiam

ser contestados, via judicial, porém, pela falta de informação, nem mesmos os advogados os contestam.

Ainda são incipientes as pesquisas relacionadas a acústica ambiental no Brasil (nem mesmo a área de acústica ambiental é reconhecida pelo órgão de fomento MEC/CAPES como sendo uma área da Engenharia Ambiental) e ao desenvolvimento de soluções tecnológicas, relacionadas com os problemas de ruído, apropriadas às condições climáticas e sócio-econômicas do país.

Diz-se condições climáticas, tendo em vista que se tratando de um país de clima tropical as tecnologias de controle de ruído a serem introduzidas, por exemplo, em edificações, têm que ser diferenciadas daquelas adotadas nos países de clima temperado e frio, como os da Comunidade Européia e os do hemisfério Norte, em particular.

Diz-se sócio-econômicas pois não se têm recursos financeiros disponíveis comparados àqueles que vem sendo injetados para a execução da política de ruído européia, nem, tampouco os hábitos e os costumes brasileiros são similares aos daquela Comunidade.

4.2.2 Instrumentos de Gestão

Os instrumentos de gestão da poluição sonora no Brasil restringem-se atualmente a uma banda estreita de instrumentos, constituída, principalmente, pelos de natureza legal, operacionalizando-se nas legislações federal, estaduais e municipais.

Ainda assim os instrumentos legais são em número reduzido, quando comparados aos adotados na CE, abrangendo, principalmente, o controle da emissão de ruído veicular (nível federal) (consultar Quadro 15 para este aspecto comparativo; página seguinte).

Quadro 15 – Instrumentos Legais de Controle de Poluição Sonora

	UNIÃO	ESTADOS	MUNICÍPIOS
SITUAÇÃO PRESENTE	**CONTROLE EMISSÃO DE FONTES**	**CONTROLE EMISSÃO DE FONTES**	**CONTROLE EMISSÃO DE FONTES**
	Fiscalização e Multas Sistema de Licenciamento Ambiental – SLAP Inquérito Civil Público e Ação Civil Pública Código do Consumidor Resolução CONAMA 252/00, 272/00, 020/94 (ruído veicular e eletrodoméstico) Portaria MDef. 717/Gc 5 (ruído aeronáutico)	Fiscalização e Multas Sistema de Licenciamento Ambiental – SLAP Inquérito Civil Público e Ação Civil Pública Legislação Estadual – Poluição Sonora	Fiscalização e Multas Alvará de Funcionamento Lei de Uso e Ocupação do Solo/ Código de Obras Legislação Municipal – Poluição Sonora Certidão de Tratamento Acústico
	CONTROLE DE IMISSÃO SONORA	**CONTROLE DA IMISSÃO SONORA**	**CONTROLE DA IMISSÃO SONORA**
	Inquérito Civil Público e Ação Civil Pública Resolução CONAMA 01/90 (NBR 10151 e 10152) Portaria Maer 1.141/GM5	Legislação Estadual – Poluição Sonora	Lei de Uso e Ocupação do Solo/ Código de Obras Legislação Municipal – Poluição Sonora
	OUTROS INSTRUMENTOS	**OUTROS INSTRUMENTOS**	**OUTROS INSTRUMENTOS**
	Resolução CONAMA 02/90 – Programa Silêncio	_____	_____
SITUAÇÃO FUTURA	**CONTROLE EMISSÃO SONORA**	**CONTROLE EMISSÃO SONORA**	**CONTROLE EMISSÃO SONORA**
	SLAP – EIA/RIMA Inquérito Civil Público e Ação Civil Pública Monitoramento	SLAP – EIA/RIMA Inquérito Civil Público e Ação Civil Pública Monitoramento	Relatório de Impacto de Vizinhança – EIV (Estatuto da Cidade) Alvará de Funcionamento
	CONTROLE DA IMISSÃO SONORA	**CONTROLE DA IMISSÃO SONORA**	**CONTROLE DA IMISSÃO SONORA**
	Resolução CONAMA 01/90 (NBR 10151 e 10152)	Legislação Estadual – Poluição Sonora	Plano Diretor/Lei de Uso e Ocupação do Solo/Código de Obras Legislação Municipal – Poluição Sonora

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Depois de levantado o inventário das legislações municipais de poluição sonora apresentado a seguir constatou-se que as legislações adotadas nas capitais brasileiras apresentam problemas de harmonização com a NBR 10151, principalmente as da região norte e nordeste, além, de deficiências próprias. No geral pode-se dizer que se aplicam, principalmente, às fontes fixas e são voltadas para fins de fiscalização.

De uma maneira geral pode-se dizer que os atuais instrumentos de planejamento e gestão urbanos não levam em consideração, em sua maioria, o ruído (também, consultar Quadro 15). Entretanto, sabe-se que o tipo de planejamento urbano onde usos do solo são estritamente segregados e atravessados por vias expressas, configura-se o espalhamento urbano (*urban spraw*), o qual potencializa o problema do ruído. Foi realizada pelo Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM) uma tentativa pioneira de elaboração de uma proposta de código de obras, incorporando não só o ruído, mas, também, outros aspectos relativos ao conforto ambiental.

Por outro lado não há uma harmonização das políticas, diplomas legais e regulamentos que, de alguma forma, estão associadas a questões da poluição sonora urbana (também, consultar Quadro 15). Muitas ações de intervenção na cidade são propostas e implementadas sem que se sejam verificadas as conseqüentes ocorrências de degradação da qualidade ambiental sonora. Em outras palavras os diplomas legais objetos das competências das diferentes áreas de políticas governamentais não são coordenadas e não consideram o sistema cidade e as abordagens são pontuais e não sistêmicas.

O texto apresentado no Apêndice 9.14 descreve alguns instrumentos legais indicados no Quadro 15. O texto prioriza os níveis de competência federal e municipal, tendo em vista, ao lado da União, as Resoluções CONAMA e outras legislações importantes, assim como de poluição sonora associadas ao zoneamento urbano das cidades, nas quais os problemas da poluição sonora são de fato sentidos. No que se refere ao levantamento do quadro legislativo municipal, este se restringiu às legislações de poluição sonora especificas ou, quando não existentes, a outros documentos legais, tais como os Códigos de Posturas, Códigos de Meio Ambiente, Códigos de Polícia Administrativa e Políticas de Meio Ambiente.

O levantamento na esfera estadual não foi realizado, apesar do fato de que um importante instrumento de planejamento ambiental ser da sua competência — o licenciamento ambiental de atividades (SLAP). Além disso, também o OEMA exerce fiscalização e atende reclamações. No caso específico do Estado do Rio de Janeiro, a FEEMA realiza atendimento de reclamações, principalmente, relativas às atividades industriais.

Apesar do levantamento da legislação estadual não ter sido realizado, recomenda-se a sua realização quando da elaboração de um diagnóstico da poluição sonora no Brasil.

4.2.3 Inventário da Legislação de Capitais Brasileiras

No ano de 2002 a autora elaborou, com a colaboração de outros profissionais, um inventário das legislações de poluição sonora vigentes nas vinte e sete capitais brasileiras, incluindo o Distrito Federal.

A metodologia utilizada para a elaboração do inventário baseou-se em pesquisa via internet acessando as *Web Sites* das capitais, via telefone e via seleção em *software* proprietário, gentilmente disponibilizado pela INFRAERO, contemplando as legislações ambientais (SOUSA *et al*, 2002).

Do universo das vinte e sete capitais, de sete delas Cuiabá, Goiânia, João Pessoa, Macapá, Porto Velho, São Luís e Teresina, não foram obtidas cópias fiéis, sendo que a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de João Pessoa informou que a legislação encontra-se em face de regulamentação (SOUSA *et al*, idem).

Nem todas as legislações levantadas são legislações específicas de poluição sonora, algumas são Códigos de Posturas ou Códigos de Meio Ambiente ou Códigos de Polícia Administrativa e Políticas de Meio Ambiente, conforme apresentado no Quadro 16. Infelizmente, não foi possível manter contatos com os técnicos responsáveis pela fiscalização do cumprimento das mesmas, a fim de se verificar como elas são utilizadas na prática. Também não foi possível confirmar, em alguns casos, se a legislação levantada era a que realmente encontrava-se em vigor.

Identificou-se nas vinte legislações levantadas, as informações relativas aos itens da NBR 10151, descritos a seguir. Apesar da maioria das legislações serem mais antigas

que a Resolução 01/90, conforme se pode observar no Quadro 16 e, portanto, tal compatibilização não existir, torna-se importante construir o quadro real e atual da situação brasileira no que se refere à gestão da poluição sonora de suas cidades, a fim de subsidiar a tomada de decisões futuras.

Quadro 16 – Tipologia de Legislações de Poluição Sonora - Capitais Brasileiras Levantadas

Regiões	Municípios	LE	CP	CMA	CPA	PMA
Nordeste	Aracaju	1996				
	Fortaleza	02/12/1997				
	Maceió	07/01/2000				
	Natal	15/09/1978				
	Recife			13/09/1996		
	Salvador	28/01/1998				
Norte	Belém	10 /01/2000				
	Boa Vista		21/08/1974			
	Manaus			24/07/2001		
	Palmas					04/06/2001
	Rio Branco					23/09/1999
Centro-Oeste	Campo Grande				28/07/1992	
	Distrito Federal	06/05/1996				
Sudeste	Belo Horizonte					07/03/1997
	Rio de Janeiro	26/02/2002				
	São Paulo	19/06/1995				
	Vitória			06/04/1998		
Sul	Curitiba	02/01/1995				
	Florianópolis	1999				
	Porto Alegre	07/03/1983				

Legenda:
LE - Legislações Específicas de poluição sonora
CP - Códigos de Posturas
CMA – Códigos de Meio Ambiente
CPA - Código de Polícia Administrativa
PMA - Políticas de Meio Ambiente
Fonte: SOUSA *et al*, 2002.

Itens da NBR 10151, cujas informações foram identificadas nas legislações municipais:

a) objetivo;
b) referências normativas;
c) definições;
d) equipamentos de medição;
e) procedimentos de medição;
f) critérios de ruído;
g) relatório de ensaio.

No Apêndice 9.17 é apresentado um resumo das principais características identificadas por região política, considerando-se somente os itens de “a” até “f”, reagrupados como

se segue, além de considerações gerais, uma vez que o "Relatório de Ensaio" não é abordado em nenhuma das legislações.

a) considerações gerais;
b) referências Normativas/Definições/Equipamentos de Medição;
c) procedimento de Medição; e
d) critérios de ruído.

De acordo com SOUSA *et al* (2002) resumidamente concluiu-se que:

- doze legislações citam a Norma NBR 10151 como referência normativa, dentre estas todas das regiões sudeste e sul (sete legislações). A de Belém faz referência a Portaria 92, que foi revogada pela Resolução CONAMA 001/90 e a de Belo Horizonte e a de Recife citam como referência a Norma NBR 7731, que estabelece um guia para medição de ruído aéreo e avaliação de efeitos;
- das vinte legislações nove não contemplam definições, e sete, dentre as onze restantes, que contemplam as definições, não possuem aplicação direta no texto da norma. Existem ainda casos em que as legislações são constituídas, basicamente, pelas definições, apontando que limites deverão ser estabelecidos em legislações a serem ainda formuladas;
- a maioria das legislações não especifica a instrumentação a ser adotada. As de Recife e Belo Horizonte especificam que estes devem seguir à Norma NBR 7731 e as de Salvador e de Vitória remetem à Norma NBR 10151. Adicionalmente a de Vitória também remete à Norma NBR 10152. A de Porto Alegre não especifica, apesar de, em alguns casos, se fazer necessária a utilização de medidor de ruído dotado de filtro de faixa de oitava;
- a maioria das legislações estabelece procedimentos de medição tanto na emissão (fonte) quanto na imissão (receptor), sendo o L_{Aeq} o indicador utilizado pela maioria delas, de acordo com a NBR 10151, conforme apresentado no Quadro 17. As correções a serem aplicadas nos níveis sonoros medidos, em função de tonalidade ou de impulsividade, não são consideradas nas legislações do norte e nordeste. No que diz respeito às distâncias estabelecidas para as medições no exterior em algumas legislações não estão conformes com a NBR 10151, como pode ser visualizado no Quadro 17;

- todas as legislações das capitais da região nordeste consideradas no inventário não possuem critério de avaliação atrelado ao zoneamento, de acordo com a Norma NBR 10151, conforme apresentado no Quadro 18;
- os municípios de Belo Horizonte, Porto Alegre e Recife adotam, adicionalmente, critério de limitação da emergência do ruído (diferença entre o nível de ruído ambiente (Lra), com e sem a atividade em operação) que é utilizado em diferentes países;
- a maioria das legislações analisadas, o nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderado em A (L_{Aeq}) é adotado como métrica para avaliar a exposição sonora, de acordo com a tendência internacional, em se tratando de avaliações de curto prazo, tais como reclamações.

Quadro 17 – Procedimento de Medição adotado nas Legislações das Capitais Brasileiras

Região	Município	Imissão	Emissão	Indicador	Correções Tonal (T) Impulsivo (I) DB(A)	Medições Exterior Distância (m)	Medições Interior Receptor
	NBR10151	S	S	$L_{A,eq}$	5/5	2	S
Nordeste	Aracaju	S	S	L_A	---	---	S
	Fortaleza	S	S	L_A	---	2	S
	Natal	ABNT	ABNT	L	---	---	---
	Recife	S	---	$L_{A,eq}$	---	1,5	S
	Salvador	S	S	L_A	---	2	S
Norte	Belém	S	---	$L_{A,eq}$	---	2	S
	Boa Vista	S	S	L_A e L_B	---	5	S
Centro-Oeste	Campo Grande	S	S	$L_{A,eq}$	---	5	S
	Distrito Federal	S	S	$L_{A,eq}$	5/5	2	S
Sudeste	Belo Horizonte	S	N	$L_{A,eq}$	5/5	1,5	S
	Rio de Janeiro	S	S	$L_{A,eq}$	5/5	2	S
	São Paulo	S	S	$L_{A,eq}$	5/5	2	S
	Vitória	S	S	$L_{A,eq}$	5/5	2	S
Sul	Curitiba	S	S	$L_{A,eq}$	5/5	5	S
	Florianópolis	S	S	$L_{A,eq}$	5/5	2	S
	Porto Alegre	S	S	$L_{A,eq}$	5/5	5	S

Legenda:
Nível de pressão sonora em dB(A), $\mathbf{L_A}$: é o nível de ruído medido em ponderação A;
Nível de pressão sonora em dB, **L**: é o nível de ruído medido sem ponderação;
Nível de pressão sonora equivalente, $\mathbf{L_{eq}}$: é o nível obtido a partir do valor médio quadrático da pressão sonora (média energética) referente a todo intervalo de medição;
Nível de pressão sonora em dB(b), $\mathbf{L_B}$: é o nível de ruído medido em ponderação B.

Fonte: SOUSA *et al*, 2002.

Quadro 18 - Avaliação do Ruído – Critérios

Região	Município	NBR 10151		Outros critérios				
		Período	Zoneamento	Emergência	NM 1	NM2	NM3	NM4
NBR10151		S2	S	N	N	N	N	N
Nordeste	**Aracaju**	N	N	N	---	S/P	N	N
	Fortaleza	N	N	N	---	S/P	N	N
	Natal	N	N	N	S	N	N	N
	Recife	N	N	S	S/P	N	S/P	N
	Salvador	N	N	N	S/P	S/P	S/P	S
Norte	**Belém**	S2	S	N	S/P	N	N	S
	Boa Vista	N	N	N	S/P	S/P	N	S
Centro-Oeste	**C. Grande**	S3	S	N	N	N	N	N
	Dist. Federal	S3	S	N	N	N	N	N
Sudeste	**B. Horizonte**	S3	S	S	N	N	N	N
	R. Janeiro	S2	S	N	N	---	---	N
	São Paulo	S2	S	N	N	---	---	N
	Vitória	S2	S	N	N	S	---	N
Sul	**Curitiba**	S3	S	N	---	S	S	N
	Florianópolis	S3	S	N	---	S	---	N
	Porto Alegre	S3	S	S	---	S	---	N

Legenda:
NM1 = Nível máximo geral independente do local; **NM2** = Nível máximo de emissão para fonte/atividade; **NM3** = Nível máximo de imissão em locais; **NM4** = Nível máximo para veículos automotores.
S = Sim; **S2** = Sim, com 2 horários; **S3** = Sim, com 3 horários; **S/P** = Sim, considerando o período do dia; **N** = Não.

Fonte: SOUSA *et al*, 2002.

De acordo com SOUSA *et al* (2002), com relação aos dados apresentados no Quadro 18, observa-se que:

- as cidades de Manaus, Palmas, Rio Branco e Maceió não estão inclusas no Quadro 18, tendo em vista que as legislações das três primeiras não contemplam critérios de avaliação e a última, apesar de ter legislação própria, adota a NBR 10151;
- nas colunas 3 e 4 verifica-se se essas legislações adotam, para definir o nível critério de avaliação, o período do dia e o zoneamento, conforme recomendado na Norma NBR10151;
- na coluna 5 é verificada a adoção de critério de emergência limitada;
- na coluna 6 é verificado se são estabelecidos níveis máximos de ruído para o Município, independentemente do local (S = Sim, independente do período do dia e S/P= Sim, considerando o período do dia);

- na coluna 7 verifica-se se existe limitação de níveis de ruído, considerando-se emissão de fonte ou atividade;
- na coluna 8 verifica-se se existe limitação de níveis de ruído, considerando-se o uso de um local;
- na coluna 9 verifica-se se a legislação limita os níveis ruídos máximos emitidos por veículos automotores.

4.3 Requisitos Legais e Normativos – Comparações

4.3.1Comunidade Européia *vs*. Brasil

A comparação com a legislação da CE explica-se pelo fato que, num primeiro momento, fica facilitada a construção de uma visão global das ações adicionais necessárias a serem concebidas e estruturadas, na busca da política integrada visando o alcance da sustentabilidade sonora das cidades brasileiras. Embora, como se saiba, ela se dará em um ritmo diferente daquele experimentado pela CE, devido a diversidade das características sócio-econômicas.

Conforme mostrado o Brasil iniciou o processo na busca da sustentabilidade com o lançamento de um programa integrado – Programa Silêncio, antes mesmo da CE adotar a política de ruído, que tem história recente. Todavia, aqui não foi dada prioridade suficiente para que as ações iniciadas pudessem se multiplicar e alcançar uma dimensão maior.

A seguir é apresentado o quadro comparativo dos instrumentos de gestão da poluição sonora existentes no Brasil, com aqueles adotados pela CE, considerando os seguintes instrumentos legislativos relativos a:

- ruído ambiental;
- ruído de equipamentos utilizados no exterior;
- ruído de tráfego rodoviário;
- ruído de tráfego aéreo;
- ruído de tráfego ferroviário;

- ruído de eletrodomésticos; e
- ruído de embarcações de recreação.

Ruído Ambiental

O diploma legal relativo a ruído ambiental da Comunidade Européia materializa-se na Diretiva 2002/49/EC e a do Brasil na Resolução CONAMA 001/90.

Inicialmente cumpre observar que, entre a adoção da legislação brasileira e a da européia, existe um intervalo de tempo de aproximadamente doze anos, apesar da Norma NBR 10151, remetida pela Resolução, ter sofrido processo de revisão recentemente.

Durante este período verificou-se no nível internacional uma evolução das pesquisas relativas à acústica ambiental, notadamente sobre descritores da exposição sonora e sobre os métodos de avaliação de incômodo, além dos efeitos do ruído considerados na Diretiva CE.

Outra consideração de âmbito geral refere-se ao fato de que a Diretiva é parte integrante da Futura Estratégia Européia para a Política de Ruído, constituída por diferentes instrumentos centrados em quatro conjuntos: instrumentos legais, dos quais este faz parte; instrumentos baseados no mercado; instrumentos de suporte horizontal e mecanismos de suporte financeiro. Em outras palavras este não é um instrumento isolado, ele é relacionado a outros.

No caso brasileiro, não há qualquer outro instrumento diretamente conjugado no âmbito de um programa onde estejam estabelecidos objetivos, metas, ações, estrutura no tempo e atores envolvidos. Apenas o Programa Silêncio, instituído pela Resolução CONAMA 002/90, que tem objetivos definidos, porém, explicitamente, não foi estabelecido prazo para uma reavaliação do Programa.

O escopo da Diretiva Européia abrange todos os tipos de ruído, incluindo o ruído de transporte rodoviário e ferroviário, transporte aéreo, no entorno dos aeroportos e o de indústrias. Não aborda os ruídos produzidos por animais, pela natureza, por vizinhos e

pelo próprio indivíduo exposto, além da percepção do ruído no ambiente de trabalho e no interior dos meios de transporte (CE, 2002a).

A Resolução CONAMA aplica-se "*a emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política...*" (ABNT, 2000a).

Observa-se que a legislação brasileira não é enfática quanto ao ruído advindo dos sistemas de transportes. Numa primeira leitura poderia se dizer que ela não o abrange. Contudo, qualquer tipo de transporte é uma atividade comercial. Logo, pode-se dizer que tenha sido abordado.

Com relação à emissão de ruído produzido por veículos automotores e nos ambientes de trabalho, a Resolução apresenta uma ressalva, dizendo que deverão obedecer, respectivamente, as normas expedidas pelo CONTRAN e pelo Ministério do Trabalho (ABNT, 2000a). Todavia, lança mão de Resoluções específicas para a emissão de ruído de veículos automotores de quatro e duas rodas.

Contrariamente a legislação européia é bastante enfática no que se refere ao ruído de transportes, pois, de acordo com o Livro Verde (CE, 1996c), o ruído ambiente causado pelo tráfego rodoviário, dentre outros, especialmente em áreas urbanas, constitui-se em um dos principais problemas ambientais na Europa.
No Brasil acredita-se que, apesar de grande parcela da população sofrer com o ruído de tráfego, notadamente o rodoviário, ela não tem consciência que este problema pode ser minimizado e muitas vezes crê que este é um ônus que ela tem que arcar para residir nos centros urbanos.

Com relação aos objetivos, apesar de apresentarem características distintas, ambas têm, basicamente, por objetivo geral, o estabelecimento de uma estrutura comum para a avaliação e gestão da exposição ao ruído ambiental, porém em escalas diferentes.

No caso da CE esta estrutura comum, de modo similar às demais Diretivas de Política de Meio Ambiente estabelecidas na Europa, fundamenta-se:

- no monitoramento ambiental, pela determinação cartográfica da exposição ao ruído, utilizando indicadores comuns e métodos de avaliação comuns;
- na informação e consulta pública sobre a exposição ao ruído, os seus efeitos e as medidas mitigadoras;
- na concretização de planos de ação em nível local para reduzir o ruído onde necessário e manter a qualidade ambiental sonora onde ela for boa; e
- no desenvolvimento de estratégias de longo prazo, visando a redução do número de pessoas afetadas pelo ruído e desenvolvimento da política da CE sobre redução de ruído de fontes.

A Resolução CONAMA 001/90 estabelece que os padrões e critérios, bem como os procedimentos de medição, devem seguir a NBR 10151 que, por sua vez, fixa as condições exigíveis para a avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades, independentemente da existência de reclamações. Mesmo assim não se caracteriza como sendo uma norma voltada para monitoramento e desenvolvimento de estratégias de longo prazo, visando a redução da exposição sonora da população. Ela tenta abarcar as duas situações, ou seja, situações de curto prazo (por exemplo: mediante reclamações) e situações de longo prazo (por exemplo, para fins de planejamento do uso do solo e de avaliações de incômodo de longo prazo).

Todavia, internacionalmente, em se tratando de situações de longo prazo tem se adotado indicadores compostos, tais como os propostos na ISO 1996-1:2003, que consideram indicações de correções a serem aplicadas em níveis medidos ou prognosticados, considerando-se diferenças nas reações de incômodo da comunidade, com relação a diferentes fontes de ruído e características dos ruídos e ao período do dia (ISO, 2003).
Assim sendo acredita-se que o perfil atual da NBR 10151 está voltado, fundamentalmente, para as situações de curto prazo.

Outro fator importante, característica central da Diretiva, é a geração de dados sobre exposição sonora da população ao ruído ambiental, a elaboração de mapas de ruído e a adoção de métodos de avaliação comuns. Essa geração de dados torna-se necessária, uma vez que os dados disponíveis são incipientes, impossibilitando avaliar o progresso no sentido de se alcançar os objetivos estabelecidos no 5º Programa de Ação, além de

tornar mais difícil a escolha entre os instrumentos disponíveis, em termos de custos para a implantação de ações futuras.

Conforme abordado, no Brasil a situação em termos de dados disponíveis sobre exposição sonora é ainda mais crítica que na CE. E como se pode depreender da experiência européia, não adianta propor nenhuma outra ação, sem que primeiro seja realizado um levantamento da exposição sonora ao ruído ambiental que a população esteja submetida, notadamente nos grandes centros urbanos. Indubitavelmente esta é ação de base para que posteriormente sejam traçados planos de ação, bem como sejam estabelecidas metas e desenvolvidas estratégias na busca da sustentabilidade sonora das cidades.

Outra questão importante abordada na diretiva européia é o envolvimento da população. Segundo a diretiva ela tem que ser informada acerca do ruído ambiental e seus efeitos, para que possa participar das decisões com relação às ações futuras a serem impetradas, em nível local na CE, seja para reduzir o ruído ambiental onde se fizer necessário, seja para preservar a qualidade dos ambientes sonoras onde ela é satisfatória (CE, 2002a).

A Resolução CONAMA 02/90, conforme já abordado no item relativo a contextualização da problemática do ruído no Brasil, apontou a necessidade de divulgação de matéria educativa e conscientizadora dos efeitos prejudiciais causados pelo excesso de ruído (BRASIL, 1990b). De acordo com a experiência européia esta divulgação é mais eficaz quando realizada em âmbito limitado no espaço do que em campanhas nacionais que são, em geral, ocasionais e limitadas no tempo.
Adicionalmente outra questão tratada na diretiva relaciona-se à atribuição de responsabilidades para a sua implementação, baseada no princípio da subsidiaridade (CE, 2002a). A adoção deste princípio tem um papel importante no que se refere à necessidade de assegurar que os objetivos, metas e ações sejam apropriadamente estabelecidos em nível regional, nacional e local, considerando as tradições e outras diferenças nas diversas partes da CE, o custo-benefício de várias ações, além da escolha de ações e instrumentos a serem adotados.

Ruído de equipamentos utilizados no exterior

Atualmente, na CE, a Diretiva 2000/14/CE rege a matéria sobre ruído de equipamentos utilizados no exterior (CE, 2000b). Como se pode ver, é, também, uma Diretiva recentemente publicada.

Antes dela existiam diferentes diretivas relacionadas a equipamentos de construção civil e máquinas de cortar grama e os Estados-membros estavam solicitando que a gama de equipamentos sujeita a legislação fosse ampliada.

Com a Futura Estratégia Européia para a Política de Ruído, de 1998, este quadro mudou. Decidiu-se estabelecer nova diretiva que simplificaria o quadro legislatório existente.

Essa Diretiva tem por objetivo harmonizar as legislações dos Estados-membros relacionadas a padrões de emissão, procedimentos de avaliação de conformidade, etiquetagem, documentações técnicas e coleta de dados, considerando a emissão sonora no meio ambiente por equipamentos utilizados no exterior (CE, 2000b).

No total são vinte e dois equipamentos para os quais são estabelecidos limites de emissão sonora e outros quarenta e um sujeitos apenas a etiquetagem sonora (CE, 2000b).

No Brasil não há nenhuma legislação nacional especifica tratando deste assunto. Existem apenas normas da ABNT relacionadas a método de medição de motores e geradores, datada de 1982 (não se sabe se ainda é utilizada) e quatro normas relacionadas a medição de ruído externo emitido por máquinas rodoviárias, datadas de 2000 e 2003. É possível que haja outras normas que não foram identificadas.

Algumas legislações municipais levantadas estabelecem limites para máquinas, motores e geradores estacionários, máquinas e aparelhos utilizados na construção civil. Todavia, não são legislações relativas a potência sonora das fontes.

Considerando-se a emissão sonora de fontes, a única legislação federal existente trata da aposição de Selo Ruído em aparelhos eletrodomésticos, conforme já apresentrado.

Ruído de tráfego rodoviário

- Veículos automotores de quatro rodas e assemelhados

Atualmente a legislação que trata do ruído emitido por veículos automotores de quatro rodas e assemelhados na CE é a Diretiva 92/97 que estabelece limites máximos de ruído com o veículo em aceleração e com o veículo na condição parado nas proximidades do escapamento (CE, 1992a).

No Brasil existem duas Resoluções CONAMA: a Resolução CONAMA 272/2000, que estabelece limites máximos de ruído com o veículo em aceleração (BRASIL, 2000a), e a CONAMA 252/1999, que estabelece limites máximos de ruído nas proximidades do escapamento, para fins de inspeção obrigatória e fiscalização de veículos em uso (BRASIL, 1999a).

Comparando-se os limites máximos de ruído com veículo em aceleração estabelecidos no Brasil e na CE, pode-se dizer que são, basicamente, os mesmos valores limites. Assim sendo, no que diz respeito ao nível sonoro admissível para veículos de quatro rodas e assemelhados com veículo em aceleração, a legislação brasileira encontra-se nivelada com a Européia.

Com relação aos limites máximos de ruído com veículo na condição parado, a legislação brasileira estabelece, para fins de inspeção obrigatória e fiscalização, que os veículos do ciclo OTTO, devem atender aos limites máximos de ruído em aceleração estabelecidos nas Resoluções 02/93 e 08/93 do CONAMA; e os do ciclo diesel, produzidos a partir de 1 de janeiro de 1999, o ruído emitido por veículos automotores na condição parado, declarado pelo fabricante ao IBAMA (ABNT, 1999a).

Para os modelos de veículos do ciclo Otto, que não atendam aos limites máximos de ruído em aceleração estabelecidos nas Resoluções CONAMA, e para os modelos de

veículos do ciclo Diesel, produzidos até 31 de dezembro de 1998, os limites máximos de ruído emitidos por veículos automotores na condição parado foram estabelecidos em função da categoria do veículo, incluindo, motocicletas (ABNT, idem).

A legislação européia levantada não estabelece claramente limites máximos de ruído para a condição parado, apenas estabelece o método de medição. No item relativo à recepção de dispositivos de escape como unidades técnicas, estabelece que o "nível sonoro do veículo na condição parado respeite o valor da recepção do modelo".

Desta forma, interpreta-se que o limite máximo de ruído para a condição parado é o valor declarado pelo fabricante, quando da recepção do modelo, de forma similar a legislação brasileira.
No que se refere aos limites máximos de ruído para os veículos em uso, acredita-se que tais limites sejam estabelecidos pelos diferentes Estados-membros. Em outras palavras não há uma Diretiva da Comunidade estabelecendo estes limites.

- Veículos de duas e três rodas

A legislação européia atual que estabelece limites máximos de ruído para veículos de duas e três rodas em aceleração ou parados é a Diretiva 97/24 (CE, 1997).

No Brasil, de forma similar à legislação para veículos de quatro rodas, existem duas Resoluções CONAMA: a 02/93, que estabelece limites máximos de ruído com o veículo em aceleração (BRASIL, 1993a), e a 252/99, que estabelece limites máximos de ruído nas proximidades do escapamento, para fins de inspeção obrigatória e fiscalização de veículos em uso (BRASIL, 1999a).

Comparando-se os limites máximos estabelecidos por ambas legislações, considerando o veículo em aceleração, estes limites são idênticos, concluindo-se que a legislação brasileira é consoante com a européia.

Com relação aos limites máximos estabelecidos para os veículos de duas ou três rodas na condição parado, repetem-se as considerações realizadas para os veículos de quatro rodas e assemelhados.

- Contato pneus-estrada

A Diretiva da Comunidade 2001/43 estabelece valores limites de emissão sonora para o contato pneus-estrada dos veículos a motor e seus reboques, de acordo com uma classificação dos pneus e da categoria de utilização da família dos mesmos determinados na Diretiva (CE, 2001a).

Apesar da legislação brasileira, no que se refere a legislação veicular, seja para veículos de quatro seja de duas a três rodas, apresentar-se em consonância com a européia, não existe legislação brasileira que fixe limites de emissão sonora para o contato de pneus-estrada.

Ruído de tráfego aéreo

A Diretiva 92/14/CE é a legislação européia relativa a limitação da exploração dos aviões que dependem do Anexo 16, da Convenção relativa a Aviação Civil Internacional, volume 1, segunda parte, capítulo 2, segunda edição (1988) (CE, 1992b).

Esta legislação fixou o prazo de 01 de abril de 2002 para que os aviões civis subsônicos, equipados com motores com razões de diluição inferiores a dois (aeronaves Capítulo 2 do Anexo 16 da ICAO), não trafegassem mais em aeroportos situados em território da CE (CE, idem).

No Brasil a legislação mais recente que trata desta matéria é a Portaria MAer 13/GM5, de 5 de janeiro de 1994, seguida da Portaria MDef. 717/GC-5, de 04 de novembro de 1999, que alterou os artigos 7º e 8º da Portaria anterior. Segundo estas, fica proibido, a partir de 31 de dezembro de 2002, a matrícula de aeronaves Capítulo 2, e a partir de dezembro de 2004, as empresas aéreas deverão retirar progressivamente de operação, no mínimo, 20% das aeronaves Capítulo 2 da sua frota, por ano. Além disto o prazo para proibição de circulação no território nacional de aeronaves Capítulo 2 fica postergado para 31 de dezembro de 2010. Como comentado anteriormente, esta data é justamente a época em que estas aeronaves, provavelmente, não estarão mais voando por razões econômicas, em função de sua vida útil e custos associados (IAC, 2000).

Considerando que há quase dois anos estas aeronaves não circulam no território dos Estados-membros da Comunidade e que no Brasil isto só ocorrerá por completo daqui a sete anos aproximadamente, mostra um grande descompasso no tratamento dado à questão da exposição sonora da população residente no entorno dos aeroportos brasileiros, tendo em vista que a retirada de tais aeronaves reduziria, sensivelmente, a área contida na curva de ruído gerada, considerando-se a emissão sonora deste tipo de aeronave e, conseqüentemente o número de pessoas expostas e o respectivo incômodo causado.

Outra legislação mais abrangente que a citada Diretiva é a Diretiva 2002/30CE, de 26 de março de 2002, que estabelece regras e procedimentos para favorecer a introdução de restrições de operação de modo coerente em nível dos aeroportos, de forma a limitar ou reduzir o número de pessoas afetadas pelos efeitos nocivos do ruído (CE, 2002b).

Essa Diretiva estabelece, entre as quatro regras gerais apresentadas, a adoção da Abordagem Equilibrada a fim de lidar com problemas de ruído nos aeroportos dentro do seu território. Esta Abordagem inclui a redução na fonte do ruído gerado pelas aeronaves; medidas de planejamento e gestão do uso e ocupação do solo no entorno de aeroportos; e procedimentos operacionais de redução de ruído, além das restrições de operação (CE, idem).

Assim sendo pode-se dizer que esta abordagem evidencia a necessidade de se adotar diferentes medidas na busca da redução da exposição sonora da população no entorno dos aeroportos da CE, não se restringindo apenas a proibição de aeronaves Capítulo 2 ou, marginalmente conformes Capítulo 3.

A implantação destas diferentes medidas deve levar em consideração as relações custo-benefício e as características peculiares de cada um dos aeroportos. Em outras palavras a adoção da Abordagem Equilibrada se dará aeroporto por aeroporto.

No Brasil, a fim de lidar com problemas de ruído nos aeroportos dentro do seu território, existe a Lei 7565 – Código Brasileiro de Aeronáutica, de 19 de dezembro de 1986. Esta Lei estabelece que, no que se refere ao ruído, propriedades vizinhas dos aeródromos e das instalações de auxílio à navegação aérea estão sujeitas a restrições

especiais. Estas restrições são as especificadas pela autoridade aeronáutica, mediante aprovação de Plano de Zoneamento de Ruído (BRASIL, 1986).

A legislação que dispõe sobre Plano de Zoneamento de Ruído é a Portaria 1141/GM5, de 8 de dezembro de 1987. Esta Portaria estabelece a obrigatoriedade da elaboração e aplicação de Planos Básicos de Zoneamento de Ruído, onde são definidas as Curvas de Ruído 1 e 2, que delimitam as Áreas I, II e III e determinam as restrições ao uso do solo nestas áreas e Planos Específicos de Zoneamento de Ruído, para os aeroportos brasileiros (BRASIL, 1987).

Como se pode observar essa Portaria aborda questões relativas ao planejamento e gestão do uso do solo no entorno dos aeroportos brasileiros, não sendo tratada outras questões, como, por exemplo, o estabelecimento de regras para a adoção de procedimentos operacionais de redução de ruído, além das restrições de operação nos aeroportos brasileiros, conforme a Diretiva Européia.

É bem sabido que a Diretiva Européia é recente quando comparada a Portaria brasileira e que alguns aeroportos brasileiros já adotam procedimentos operacionais de redução de ruído ou mesmo restrições de operação (Ex: Aeroporto de Congonhas), porém não existe uma diretriz geral, visando a redução do ruído no entorno dos aeroportos brasileiros.

Existe ainda, no âmbito da CE, uma Proposta, relativa a criação de um quadro comunitário de classificação das emissões sonoras das aeronaves civis subsônicas, para fins de cálculo das taxas sobre o ruído. Esta proposta de diretiva tem por objetivo promover a eficácia ambiental das taxas sobre o ruído, cobradas nos aeroportos, pela garantia da utilização de critérios comuns, baseados no comportamento funcional das aeronaves em termos de ruído (CE, 2001b).

No Brasil inexiste qualquer sistema de taxas sobre o ruído vigente nos aeroportos, a partir de uma classificação de emissões de aeronaves civis subsônicas. Há, apenas, tarifas de pouso das aeronaves estabelecidas em função do peso máximo de decolagem (COSTA, 2002).

Ruído de tráfego ferroviário

Na CE, atualmente, existe a Diretiva 96/48/CE, de 23 de julho de 1996, relativa à interoperabilidade do sistema ferroviário transeuropeu de alta velocidade (250 km/h para linhas novas e 200km para linhas adaptadas) e a Diretiva 2001/16/CE, de 19 de março de 2001, relativa a interoperabilidade do sistema ferroviário transeuropeu convencional.

A primeira Diretiva especifica os parâmetros fundamentais que caracterizam cada subsistema para a realização da interoperabilidade, dentre estes se encontram aqueles relativos aos ruído e vibrações. Estabelece ainda a criação de um organismo para propor limites de emissão (CE, 1996b). Estes limites de emissão são apresentados na Decisão da Comissão 2002/735/CE, considerando-se o subsistema material rodante (CE, 2002d). Observa-se que a fixação de limites no âmbito da Comunidade é recente.

A segunda Diretiva, de forma similar a anterior, divide o sistema em subsistemas e estabelece que devem ser elaboradas Especificações Técnicas de Interoperabilidade (ETI) para cada um dos subsistemas (CE, 2001c). Porém, estas especificações técnicas ainda não se encontram disponíveis .

No Brasil, não se conhece legislação que aborde a questão da emissão sonora de trens convencionais.

Ruído de eletrodomésticos

A legislação relativa ao ruído emitido pelos aparelhos eletrodomésticos é a Diretiva 86/594/CE, de 01 de dezembro de 1986. Esta Diretiva tem por objetivo estabelecer os princípios gerais relativos a publicação de informações sobre ruído aéreo emitido por aparelhos eletrodomésticos; os métodos de medição para determinação deste ruído; e as modalidades de controle de ruído emitido pelos aparelhos eletrodomésticos (CE, 1986).

No Brasil a legislação que corresponde à Européia é a Resolução CONAMA 020, de 07 de dezembro de 1994, que institui o Selo Ruído, de uso obrigatório a partir da

Resolução, para aparelhos eletrodomésticos, que venham a ser produzidos, importados e que gerem ruído no seu funcionamento (BRASIL, 1994b).

Considerando-se a emissão sonora de aparelhos eletrodomésticos, a legislação brasileira encontra-se equiparada a da CE. Todavia, atualmente, como já mencionado, só os secadores de cabelo e os liquidificadores são obrigados a apresentar o Selo Ruído,com perspectiva de, a partir de 2004, ser estendida aos aspiradores de pó.

Indubitavelmente a informação ao público do Selo Ruído pode orientar a sua escolha em benefício dos aparelhos eletrodomésticos menos ruidosos, levando os fabricantes a tomar medidas destinadas a reduzir as emissões sonoras dos aparelhos que produzem, contribuindo, assim, para a redução da poluição sonora. Adicionalmente a adoção do Selo Ruído possibilita uma maior familiarização da população com o ruído e seu respectivo nível em decibel.

Ruído de embarcações de recreação

A recente Diretiva 2003/44/CE, de 16 de Junho de 2003, altera a Diretiva 94/25/CE relativa a aproximação das disposições legislativas regulamentares administrativas dos Estados-membros referentes às embarcações de recreação (CE, 2003a).

Nela são estabelecidos, dentre outros, valores-limite em matéria de emissões sonoras para que a embarcação e o sistema de escape sejam mantidos em condições que assegurem, na medida do possível, a sua conformidade (CE, 2003a).

No Brasil, inexiste legislação similar. Talvez seja pelo fato de que o número de registros de embarcações de recreação no Brasil seja infinitamente menor do que o da Europa. Com efeito, no verão, devido ao grande número de embarcações existentes, este tipo de transporte pode causar incômodo à população residente próxima a rios, lagos, mares, etc.

O Quadro 19 a seguir apresenta resumidamente a comparação realizada entre os instrumentos legais de gestão da poluição sonora no Brasil com aqueles adotados na CE.

Quadro 19 - Comparação – Instrumentos Legais de Gestão da Poluição Sonora CE *vs* Brasil

Instrumento legal Relativo a Ruído	CE (Diretiva)	Brasil	Observação
Ambiental	2002/49 - Estabelece estrutura comum para a avaliação e gestão da exposição ao ruído ambiental, procurando harmonizar indicadores e métodos de medição, elaborar mapas estratégicos de ruído, disponibilizar informações para o público e traçar planos de ação. Visa situações de longo prazo e, portanto, utiliza indicadores complexos e compostos.	Resolução CONAMA 001/1990 (NBR 10151) - Fixa as condições exigíveis para a avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades, independente da existência de reclamações. Visa situações de curto e longo prazo, porém utiliza somente indicadores básicos.	---
Equipamentos utilizados no exterior	2000/14 – Harmonização das legislações dos Estados-membros relacionadas à emissão sonora no meio ambiente por equipamentos utilizados no exterior (para 22 equipamentos – limites de missão sonora; para 41 equipamentos – etiquetagem sonora).	---	No Brasil, não há legislação similar.
Veículos automotores de quatro rodas e assemelhados	92/97 – Estabelece limites máximos de ruído com o veículo em aceleração e parado (nas proximidades do escapamento).	Resolução CONAMA 272/2000 - Estabelece limites máximos de ruído com o veículo em aceleração. Resolução CONAMA 252/2000 - Estabelece limites máximos de ruído com o veículo parado (proximidades do escapamento).	Os níveis limites máximos estabelecidos são idênticos.
Veículos de duas e três rodas	97/24 - Estabelece limites máximos de ruído com o veículo em aceleração e parado (nas proximidades do escapamento).	Resolução CONAMA 02/93 - Estabelece limites máximos de ruído com o veículo em aceleração. Resolução CONAMA 252/2000 - Estabelece limites máximos de ruído com o veículo parado (proximidades do escapamento).	Os níveis limites máximos estabelecidos são idênticos.
Contato pneus-estrada	2001/43 – Estabelece limites de emissão sonora para o contato pneus-estrada dos veículos a motor e seus reboques.	---	No Brasil, não há legislação similar.

Quadro 19 - Comparação – Instrumentos Legais de Gestão da Poluição Sonora CE *vs* Brasil (cont.)

Tráfego aéreo	CE (Diretiva)	Brasil	Observação
Aeronaves Capítulo 2	92/14 – Limita a exploração de aeronaves Capítulo 2 do Anexo 16 da ICAO, a partir de 01/04/2002.	Portarias MAer 13/GM5 e MDef. 717/GC-5 – Limita a exploração de aeronaves Capítulo 2 do Anexo 16 da ICAO. Matrícula – 31/12/2002; Retirada Progressiva - 20% ao ano, a partir de 12/2004; Proibição de circulação – 31/12/2010.	A proibição de circulação de aeronaves Capítulo 2 só ocorrera oito anos após ter sido proibida na CE.
Regras e procedimentos gerais em aeroportos	2002/30 – Estabelece regras e procedimentos para favorecer a introdução de restrições de operação de modo coerente em nível dos aeroportos.	Lei 7565 – CBA (Portaria 1141/GM5) – Estabelece a obrigatoriedade da elaboração e aplicação de Planos Básicos e Específicos de Zoneamento de Ruído para os aeroportos brasileiros e determinam as restrições ao uso do solo no entorno.	Não existe legislação brasileira estabelecendo regras e procedimentos gerais em aeroportos.
Sistema de alta velocidade	96/48 – Estabelece parâmetros fundamentais que caracterizam cada subsistema para a realização da interoperabilidade do sistema ferroviário transeuropeu e a criação de um organismo para propor limites de emissão.	---	No Brasil, não há legislação similar, porém também não existe trem de alta velocidade.
Sistema convencional	2001/16 - Estabelece parâmetros fundamentais que caracterizam cada subsistema para a realização da interoperabilidade do sistema ferroviário transeuropeu e que devem ser elaboradas Especificações Técnicas de Interoperabilidade (ETI).	---	No Brasil, não há legislação similar.

Quadro 19 - Comparação – Instrumentos Legais de Gestão da Poluição Sonora CE *vs* Brasil (cont.)

Tráfego ferroviário	CE (Diretiva)	Brasil	Observação
Eletrodomésticos	86/594 – Estabelece princípios gerais relativos á publicação de informações sobre ruído aéreo emitido, métodos de medição e modalidade de controle de ruído.	Resolução CONAMA 020/94 – Institui o Selo Ruído.	No Brasil, o Selo Ruído só se aplica a liquidificadores e secadores de cabelo.
Embarcações de recreação	2003/44 – Estabelece, entre outros, valores limite em matéria de emissão sonora para a embarcação e o seu sistema de escapamento.	---	No Brasil, não há legislação similar.

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA

4.3.2 ISO 1996-1:2003 *vs* NBR 10151

O objetivo geral da série ISO 1996 é contribuir para a harmonização internacional de métodos de descrição, medição e avaliação do ruído ambiental de todas as fontes. Assim sendo, fornece subsídios às autoridades responsáveis pela gestão da poluição sonora, para a elaboração de suas próprias normas e legislações relativas a descrição e a avaliação do ruído ambiental em comunidades, bem como, possibilita a fixação de limites aceitáveis de ruído (ISO, 2003).

Esta parte da série ISO 1996 (Parte 1: Quantidades básicas e procedimentos de avaliação) define quantidades básicas para a descrição do ruído ambiente em comunidades e descreve procedimentos básicos de avaliação. Especifica também métodos para a avaliação do ruído ambiental e fornece ainda um guia para predição da resposta da comunidade, com relação ao incômodo causado, em função de uma exposição sonora de longo prazo a vários tipos de ruído ambiental (ISO, 2003).

A Norma NBR 10151, por sua vez, fixa as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades, independentemente da existência de reclamações. Especifica um método para a medição de ruído, a aplicação de correções nos níveis medidos, se o ruído apresentar características especiais, e uma comparação dos níveis corrigidos com um critério que leva em conta vários fatores (ABNT, 2000a).

Como se pode observar, ambas apresentam, basicamente, os mesmos princípios, ou seja, métodos para descrição e avaliação do ruído ambiental. Todavia, a ISO não especifica níveis limites, mas fornece um guia para predição da resposta da comunidade com relação ao incômodo.

Por ter a Norma ISO 1996-1:2003 objetivo de contribuir para a harmonização, no plano internacional, no que se refere aos métodos de descrição e avaliação do ruído ambiental, além do fato que a presente versão é mais recente do que a da NBR 10151, será realizada uma comparação entre as duas normas no que diz respeito aos métodos.
Antes de realizar a comparação, torna-se importante ressaltar que a ISO incorporou novas definições, notadamente no que se refere a categorias de ruído e fontes de ruído impulsivo.

A definição de ruído ambiente difere da definição estabelecida na NBR 10151. De acordo com a ISO, *"ruído ambiente é o ruído total existente numa dada situação em um dado instante, normalmente, compreendido por ruídos emitidos por várias fontes, próximas ou afastadas"* (ISO, 2003). Na NBR 10151 *"é o nível de pressão sonora equivalente ponderado em "A", no local e horário considerados, na ausência do ruído gerado pela fonte sonora em questão"*. Ou seja, é justamente o oposto (ABNT, 2000a).

A ISO define, ainda, outras categorias de ruído não incorporadas na NBR 10151, tais como ruído particular, residual, inicial, flutuante, intermitente e emergencial (ver Apêndice 9.12) (ISO, 2003).

Com relação a definição de ruído impulsivo, a NBR 10151 apenas define ruído com características impulsivas, enquanto que a ISO 1996-1:2003, além de defini-lo, define, também, as fontes, classificando-as em três categorias: fontes de ruído impulsivo de energia elevada, fortemente impulsiva e impulsiva normal (ver Apêndice 9.12). Outrossim, a Norma ISO faz referência apenas a CEI 61672-1 que é a revisão conjunta das CEIs 60651 e 60804 citadas na NBR 10151.

Métodos de descrição

Na NBR 10151 o descritor do ruído ambiental adotado é o nível de pressão sonora equivalente ponderado em "A", enquanto na Norma ISO 1996-1:2003 a adoção de descritores de ruído ambiental depende se o ruído é contínuo, se advém de um evento isolado ou um evento repetido.

Para ruído que advém de um evento isolado são estabelecidos três descritores: nível de exposição sonora com a ponderação frequencial especificada; nível máximo de pressão sonora com as ponderações frequencial e temporal especificadas; e nível de pico de pressão sonora com a ponderação frequencial especificada.

A ponderação "A" é utilizada, exceto nos casos de ruído impulsivo de nível elevado ou ruído com forte conteúdo em baixa freqüência (ISO,2003).

Para o ruído que advém de eventos isolados repetidos recomenda-se o uso dos níveis de exposição sonora de um evento isolado e o número de eventos isolados para determinar o nível de avaliação de pressão sonora equivalente contínuo (ISO, idem).

No caso de ruídos contínuos utiliza-se o nível de pressão sonora equivalente contínuo, ponderado em “A”, durante um intervalo especificado (ISO, idem).

Para ruídos flutuantes e intermitentes o nível máximo de pressão sonora ponderada em “A”, com uma ponderação temporal dada, pode ser igualmente utilizado, com caráter complementar (ISO, idem).

Observa-se que o descritor adotado na legislação brasileira é recomendado na legislação internacional somente para os casos em que se verifica a presença de ruído contínuo (cujo nível de pressão sonora pode ser constante, flutuante ou intermitente), apresentando outros descritores, nos demais casos, anteriormente especificados.

Para se estimar o incômodo causado por uma exposição sonora de longo prazo a ruídos que apresentam características específicas, um termo corretivo, em decibéis, é ajustado ao nível de exposição sonora ponderado em “A” e ao nível de pressão sonora equivalente contínuo ponderado em “A”, passando a ser denominados de nível de exposição sonora corrigido e de nível de pressão sonora equivalente contínuo corrigido (ISO, idem).

O primeiro é utilizado quando se pode medir ou calcular o nível de exposição sonora de ruídos provenientes de eventos isolados. O segundo quando estes ruídos isolados não podem ser distinguidos das outras fontes (ISO, idem).
As correções a serem aplicadas são baseadas na categoria de fonte de ruído e no período do dia, partindo do princípio que as fontes de ruído de tráfego rodoviário e indústria causam menos incômodo que as aeronaves e as ferrovias, considerando o mesmo nível de pressão sonora equivalente contínuo. Assim sendo para estas as correções a serem aplicadas são iguais a zero (conforme apresentado no Quadro 20) (ISO, idem).

Quadro 20 – Correções Típicas baseadas sobre Categoria de Fonte e Período do Dia

Tipo	Especificação	Correções ao nível
Fontes sonoras	Tráfego rodoviário	0
	Aeronaves	3 até 6
	Ferrovias[a]	-3 até -6
	Indústria	0
Característica da fonte	Impulsivo normal[b]	5
	Fortemente impulsivo	12
	Impulsivo de energia elevada	Ver Anexo B
	Tonalidade proeminente[c]	3 até 6
Período do tempo	Entardecer	5
	Noite	10
	Período do dia nos fins de semana[d]	5

Notas: a) as correções para ferrovia não se aplicam a trens longos a diesel ou a trens que trafegam com velocidade superior a 250 Km/h;

b) alguns países aplicam testes objetivos para avaliar se as fontes sonoras são impulsivas regulares;

c) se a presença de conteúdo tonal proeminente está em disputa, então a ISO 1996-2 fornece procedimentos de medição que deverão ser utilizados para verificar a sua presença;

d) a correção do período do dia no fim de semana é adicionada a L_d, como definido pela autoridade competente (ver 6.5).

Fonte: ISO, 2003.

A Norma NBR 10151 estabelece que correções devem ser aplicadas somente a ruídos com características impulsivas ou de impacto ou ruídos com componentes tonais e estas correções são iguais a 5 dB(A), em ambos os casos (ABNT, 2000a).

Verifica-se que, além de serem aplicadas somente a ruídos com características impulsivas e tonais, os valores são distintos, uma vez que a ISO estabelece valores corretivos diferenciados, em função das definições de fontes de ruído abordadas anteriormente. Adicionalmente, estabelece um método específico em um dos seus anexos para ruído impulsivo de nível elevado e outro para ruído contendo forte conteúdo de baixa freqüência, que não podem ser avaliados utilizando a ponderação frequencial “A”.

Com relação as correções em função do período do tempo é estabelecida ainda uma correção para o fim de semana. A Norma brasileira não especifica tais correções.

Métodos de medição

Esta parte da série ISO 1966 não estabelece procedimentos de medição. Tais procedimentos são apresentados na segunda parte – ISO 1966-2: Determinação dos níveis de pressão sonora. Todavia, apesar da Norma ISO 1996-1:2003 ter citado que ambas anulam e substituem as versões anteriores, não se teve acesso a essa outra parte.

Métodos de avaliação

Na ISO 1996-1:2003 os níveis de avaliação são estabelecidos para uma única fonte ou diversas fontes combinadas, além de apresentar os níveis de avaliação compostos diários.

Para uma única fonte relevante o nível de avaliação recomendado é o nível de pressão sonora contínuo equivalente, calculado a partir dos níveis de exposição sonora corrigidos ou os níveis de pressão sonora contínuos equivalentes corrigidos (ISO, 2003).

Para fontes de ruídos combinadas a estimativa dos níveis de avaliação pode ser realizada por três métodos (ISO, idem):

- método de evento isolado – supõe que o incômodo total é diretamente ligado ao nível de avaliação composto, tal como descrito adiante;
- método de nível equivalente – presume que o incômodo total é ligado à soma logarítmica de todos os níveis de pressão sonora contínua equivalentes corrigidos de cada fonte de ruído;
- método baseado sobre a sonia (loudness) – utiliza uma combinação matemática de todas as fontes sem fazer intervir o tipo de fontes.

Os níveis de avaliação compostos diários são obtidos a partir de níveis de avaliação determinados durante diferentes períodos do dia, como, por exemplo, o L_{den} - nível de avaliação dia/entardecer/noite, da CE.

Na NBR 10151 não é especificado método de estimativa de incômodo causado por uma exposição de longo prazo, considerando uma única fonte ou fontes combinadas, nem tampouco método para se estimar a percentagem da população fortemente incomodada em função de uma média anual do nível sonoro corrigido dia/noite.

O método especificado é adotado considerando tanto situações de curto prazo, quanto de longo prazo. Ou seja, um único método que se aplica a ambos os casos.

Com relação aos níveis limites, a ISO não os fixa, porém, estabelece que estes devem ser fixados pelas autoridades responsáveis baseados no conhecimento dos efeitos do ruído sobre a saúde humana (especialmente, relações de dose-resposta para o incômodo), considerando fatores econômicos e sociais (ISO, 2003).

Nela são apresentados, apenas, os elementos que devem compreender o procedimento, a fim de verificar a conformidade com legislação na qual os níveis limites são determinados (ISO, idem).

A Norma NBR 10151 fixa os valores para os níveis limites que foram baseados nos valores determinados internacionalmente. Todavia, não se conhece a exposição sonora da população nas cidades brasileiras, nem tampouco foram estabelecidas relações de dose-resposta para prever a resposta da população ao incômodo causado por uma exposição de longo prazo ao ruído. Portanto, não se sabe se a população brasileira responde da mesma forma e se tais níveis limites adotados são adequados.

A Norma ISO 1996 apresenta, ainda, as informações que devem conter o relatório de avaliação do ruído ambiental e estimativa do incômodo de longo prazo (ISO, idem).

De forma similar, a Norma NBR 10151, também, apresenta as informações que devem constar no relatório de ensaio (ABNT, 2000a).

O Quadro 21 a seguir apresenta resumidamente a comparação realizada entre a ISO 1996-1:2003 e a NBR 10151.

Quadro 21 - Comparação – ISO 1996-1:2003 *vs* NBR 10151

Item	ISO 1996-1:2003	NBR 10151	Observação
Objetivo	Define quantidades básicas para a descrição do ruído ambiente em comunidades e descreve procedimentos básicos de avaliação. Especifica também métodos para a avaliação do ruído ambiental e fornece, ainda, um guia para predição da resposta da comunidade, com relação ao incômodo causado, em função de uma exposição sonora de longo prazo a vários tipos de ruído ambiental.	Fixa as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades, independentemente da existência de reclamações. Especifica um método para a medição de ruído, a aplicação de correções nos níveis medidos, se o ruído apresentar características especiais, e uma comparação dos níveis corrigidos com um critério que leva em conta vários fatores.	Objetivos similares, porém a brasileira apresenta níveis critérios (limites), mas não estabelece método de estimativa de incômodo em longo prazo.

Quadro 21 - Comparação – ISO 1996-1:2003 *vs* NBR 10151 (cont.)

Definição	ISO 1996-1:2003	NBR 10151	Observação
Ruído ambiente	Ruído total existente numa dada situação em um dado instante, normalmente, compreendido por ruídos emitidos por várias fontes, próximas ou afastadas.	Nível de pressão sonora equivalente ponderado em "A", no local e horário considerados, na ausência do ruído gerado pela fonte sonora em questão.	As definições são distintas.
Ruído impulsivo ou fonte impulsiva	Fonte impulsiva de energia elevada (Ex: Explosões de minas e pedreiras, demolições ou processos industriais que utilizam explosivos potentes, dispositivos militares pesados, disjuntores industriais a explosões) Fonte fortemente impulsiva (Ex: armas de fogo portáteis, martelagem sobre metal ou madeira, martelagem pneumática , etc.); Fonte impulsiva normal (Ex: sino de igreja, jogos de bola como futebol ou basquetebol, batida de porta de carro, etc.).	Ruído impulsivo - contém impulsos, que são picos de energia acústica com duração menor do que um segundo e que se repetem a intervalos maiores do que um segundo, por exemplo martelagens, bate-estacas, tiros e explosões.	A ISO classifica a fonte de ruído impulsivo em três categorias, enquanto que a NBR não.

Quadro 21 - Comparação – ISO 1996-1:2003 *vs* NBR 10151

(cont.)

Descritor para descrever ruído ambiental	**ISO 1996-1:2003**	**NBR 10151**	**Observação**
	Ruído contínuo - nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderado em "A" (L_{Aeq}), podendo ser complementado pelo nível máximo de pressão sonora (L_{AFmax}); Evento isolado - nível de exposição sonora (L_{AE}), nível máximo de pressão sonora (L_{AFmax}) e nível de pico de pressão sonora (L_{Cpico}); Exceção: Som impulsivo de energia elevada - nível de exposição sonora ponderado "C" (L_{CE}) e som com forte conteúdo de baixa freqüência. Evento isolado repetido - nível de exposição sonora dos ruído de um evento isolado e o número de eventos correspondentes.	Todos os ruídos - nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderado em "A" (L_{Aeq}).	A NBR não faz distinção.

Quadro 21 - Comparação – ISO 1996-1:2003 *vs* NBR 10151 (cont.)

	ISO 1996-1:2003	NBR 10151	Observação
Descritor para avaliação do ruído ambiental	Fontes individuais - nível de pressão sonora contínuo equivalente calculado, a partir nível de exposição sonora ou do nível de pressão sonora contínuo equivalente corrigidos. Fontes combinadas • método do evento isolado – nível de avaliação composto diário; • método de nível equivalente – soma logarítmica de todos os níveis de pressão sonora corrigidos de cada fonte de ruído; • método baseado sobre a Sonia (*loundness*) - combinação matemática de todas as fontes sem fazer intervir o tipo de fontes. Exceção: Som impulsivo de energia elevada e som com forte conteúdo de baixa freqüência - métodos específicos.	Todos os ruídos - Nível de Pressão Sonora Corrigido (L_C). Para ruído com características impulsivas ou de impacto $L_C = L_{Amax} + 5$ dB(A); componentes tonais $L_C = L_{Aeq} + 5$dB(A); simultaneamente características impulsivas e componentes tonais L_C = o maior valor entre os dois anteriores.	As correções na Norma ISO baseiam-se sobre fontes sonoras, categorias de fontes e período de tempo (ver Quadro 20), sendo, portanto, mais completa.

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

A partir da contextualização da problemática da poluição sonora no país, das comparações realizadas entre os instrumentos legais existentes na CE e no Brasil e os instrumentos normativos ISO 1996:1-2003 e NBR 10151 e à luz da experiência internacional, apresentados nesse capítulo, pôde-se constatar resumidamente que:

- a poluição sonora vem aumentando, seja em cidades de maior ou menor porte;
- o número de reclamações por parte da população também é crescente;
- a poluição sonora não se encontra na pauta da Agenda Nacional de Meio Ambiente;
- os dados relativos à exposição sonora da população e ao conseqüente incômodo causado são ainda incipientes;
- a adoção de medidas de precaução e mitigação de poluição sonora não é sistematizada;
- a informação e a conscientização da população também é insuficiente;
- a maioria dos órgãos ambientais não está aparelhada (falta de capacitação técnica dos técnicos e de instrumentação de trabalho adequada);
- as pesquisas relacionadas à acústica ambiental no Brasil ainda são incipientes;
- os estudos valoração econômica das externalidades causadas pelo ruído são raros;
- os atuais instrumentos de planejamento e gestão urbanos não levam em consideração, em sua maioria, o ruído;
- ações diferentes são tomadas nas três esferas (Federal, Estadual e Municipal), porém não são coordenadas e estruturadas no âmbito de uma política pública;
- os dispositivos legais e normativos existentes não são harmonizados;
- os instrumentos legais são insuficientes e alguns deles inefetivos.

Em face desta constatação verifica-se a necessidade de reestruturação do ordenamento jurídico e institucional, corroborando a pertinência da hipótese de trabalho inicialmente formulada.

Inserido neste contexto propõe-se dois Instrumentos de Gestão de Poluição Sonora para a Sustentabilidade das Cidades Brasileiras, descritos a seguir.

O primeiro instrumento, de abordagem mais ampla, constitui-se em uma Política Pública Nacional de Gestão da Poluição Sonora que representa o caminho para a reestruturação do ordenamento jurídico e institucional preconizado nesta Tese. Assim no Capítulo 5 seguinte, intitulado PROPOSIÇÃO DE POLÍTICA NACIONAL DE GESTÃO DA POLUIÇÃO SONORA (PGPS), é proposta a elaboração de uma Política Pública, sumariando o objetivo, alguns princípios, fundamentos e diretrizes de tal política, além da indicação e recomendação de rotas possíveis do seu encaminhamento e de algumas ações visando a sua implementação.

O segundo instrumento, de abordagem específica, compõe-se de nova ferramenta metodológica prática de caracterização da contribuição sonora industrial para o ruído ambiental, considerando-se a necessidade de ampliar a gama de instrumentos para a PGPS. Assim esta ferramenta é apresentada sob um estudo de caso no Capítulo 6, intitulado INSTRUMENTO PARA A PGPS: O CASO DA CARACTERIZAÇÃO DA CONTRIBUIÇÃO DA EMISSÃO SONORA DE INDÚSTRIAS PARA O RUÍDO AMBIENTAL, UTILIZANDO ÍNDICES ESTATÍSTICOS E REDES NEURAIS.

5. PROPOSIÇÃO DE POLÍTICA PÚBLICA NACIONAL DE GESTÃO DA POLUIÇÃO SONORA (PGPS)

A partir do referencial teórico verificou-se que são impetradas diferentes ações, nas esferas federal e local, visando à gestão da poluição sonora no Brasil. Todavia, tais ações não são coordenadas e estruturadas, assim também as competências e as responsabilidades associadas encontram-se dispersas nas diferentes instâncias e não estão claramente estabelecidas.

Desta forma para se suscitar mudanças substanciais nas práticas atuais de gestão da poluição sonora é preciso reestruturar o ordenamento jurídico-institucional, a fim de melhorar a eficácia da gestão.

A tese preconiza que o caminho para esta reestruturação constitua-se na adoção de uma Política Pública Nacional de Gestão da Poluição Sonora. Esta Política visa a redução dos níveis de poluição sonora nas cidades brasileiras e, conseqüentemente, a redução da exposição sonora e dos danos causados à saúde da população. Apesar de não ter sido ainda realizado levantamento da situação brasileira no que se refere aos efeitos adversos à saúde humana, pode-se dizer que, considerando-se o número de reclamações da população registradas nos órgãos ambientais e a experiência internacional, os danos causados à saúde da população brasileira devem ser consideráveis.

Para tal são delineados a seguir o conteúdo e os estágios para a formulação dessa política. Observa-se que o estágio de implementação, que consiste na operacionalização da Política (definição de mecanismos de implementação, equipe de suporte para o processo, mecanismos de controle e acompanhamento e procedimentos para a avaliação e revisão), não é detalhado. São apenas sugeridas ações que devem ser incluídas na estratégia de implementação da política.

Enfatiza-se que no Quadro 12, do Capítulo 3, são explicitados instrumentos e medidas (legais e regulatórios, de planejamento, tecnológicos, econômicos, de pesquisa, educação e informação) que devem ser observados quando da elaboração da estratégia.

5.1 Conteúdo da Política

Indicam-se, em seguida, alguns tópicos que poderão servir de ponto de partida de discussão do GT – Grupo Diretor (definido no item 5.1.2) na composição dos princípios, fundamentos e diretrizes, e da Política de Gestão da Poluição Sonora. Eles são:

Objetivo

- Evitar efeitos adversos à saúde da população causados pela exposição sonora às fontes de ruído e preservar áreas tranqüilas.

Princípios

- prevenção da emissão do ruído;
- tratamento do ruído na fonte;
- tratamento do ruído na propagação;
- tratamento do ruído na recepção/edificação;

Fundamentos

- A poluição sonora urbana é um problema de saúde publica;
- A descentralização político-administrativa;
- A cooperação entre o Poder Público, o setor produtivo e a sociedade civil;
- A participação da sociedade;
- A integração das ações de meio ambiente, saúde do trabalhador, saúde pública, indústria e comércio, transportes e planejamento e gestão das cidades;
- A responsabilização dos emissores de ruído pelos danos da poluição.

Diretrizes

- Abordar a poluição sonora urbana como uma questão de saúde pública;
- Preservar o conforto e a saúde da população;
- Promover uma melhoria da qualidade acústica dos espaços urbanos e das edificações;
- Promover estudos e pesquisas para caracterizar as cidades brasileiras quanto a poluição sonora;
- Promover estudos de caracterização da emissão sonora das fontes de ruído urbano;
- Conscientizar os administradores públicos e a população em relação a poluição sonora urbana;
- Fomentar a formação de técnicos especialistas na prevenção e controle da poluição sonora em centros urbanos;

Deverá ainda ser definida a estrutura do Sistema Nacional de Gestão da Poluição Sonora a ser instituído; identificadas as responsabilidades dos diferentes agentes governamentais e não governamentais a serem envolvidos e indicados os principais instrumentos de gestão a serem utilizados.

5.2 <u>Elaboração da Política</u>

Conforme discutido no Capítulo 3 a tentativa de formulação de uma política de gestão da poluição sonora no Brasil perpassa, inicialmente, pela inclusão deste tema na Agenda Política Governamental. Para tal existem dois caminhos possíveis.

O primeiro deles – via Poder Legislativo - começa com a sensibilização da sociedade no sentido de que o ruído seja um poluente ambiental que precisa ser controlado e que a poluição sonora constitui-se em um sério problema de saúde pública. Essa sensibilização se dará ou por uma intensa campanha de mobilização pública, atingindo o Poder Legislativo como um todo, ou por uma sensibilização individual de algum

representante dessa sociedade. A idéia é fazer com que se estabeleça uma iniciativa no Congresso Nacional, por intermédio de preposição de Projeto de Lei, para a instituição da Política de Gestão da Poluição Sonora.

O segundo caminho possível – via Poder Executivo - adotado nesta tese, consiste na elaboração de um documento inicial de referência que se propõe seja elaborado por especialistas em acústica, sob responsabilidade da Sociedade Brasileira de Acústica (SOBRAC). A razão dessa escolha é que, por congregar o maior número de especialistas no Brasil, trata-se da instituição com capacidade técnica e legitimidade para a tarefa.

O documento referencial aqui proposto deverá apontar a necessidade de se reavaliar a atual abordagem da gestão da poluição sonora no país, assim como ser capaz de estimular um debate em torno do tema e que culmine com a elaboração de uma Política de Gestão. Assim deverá compreender uma breve contextualização da problemática da poluição sonora nas cidades brasileiras, seguida de uma análise da abordagem da gestão adotada em níveis federal, estaduais e municipais, já esboçadas nesta tese, na qual foram identificados problemas nas legislações federal e municipais, bem como nas Normas da ABNT, remetidas por Resoluções do CONAMA. Além disso o documento deverá abordar os possíveis efeitos sobre a saúde e qualidade de vida da população e propor possíveis estratégias a serem implementadas na busca da sustentabilidade sonora das cidades brasileiras. Adicionalmente deve-se ainda estimar os danos causados à população, em função da ausência de ações integradas visando a redução da poluição sonora. Finalmente o documento deverá apontar os gastos a serem incorridos na elaboração e implementação da política, principalmente os gastos associados ao aparelhamento dos Agentes Responsáveis pela fiscalização (*enforcement*) da política.

A política de gestão da poluição sonora é uma política pública que apresenta transversalidade, na medida em que abrange principalmente áreas temáticas ambientais, saúde do trabalhador, saúde pública, transporte, indústria, turismo e planejamento e gestão das cidades. Não obstante, antes de tudo, a poluição sonora é considerada como uma forma de poluição. Neste caso então se recomenda que o documento referencial proposto seja submetido à apreciação do Ministério de Meio Ambiente (MMA),

solicitando a sua participação e a liderança na condução no processo de elaboração da política.

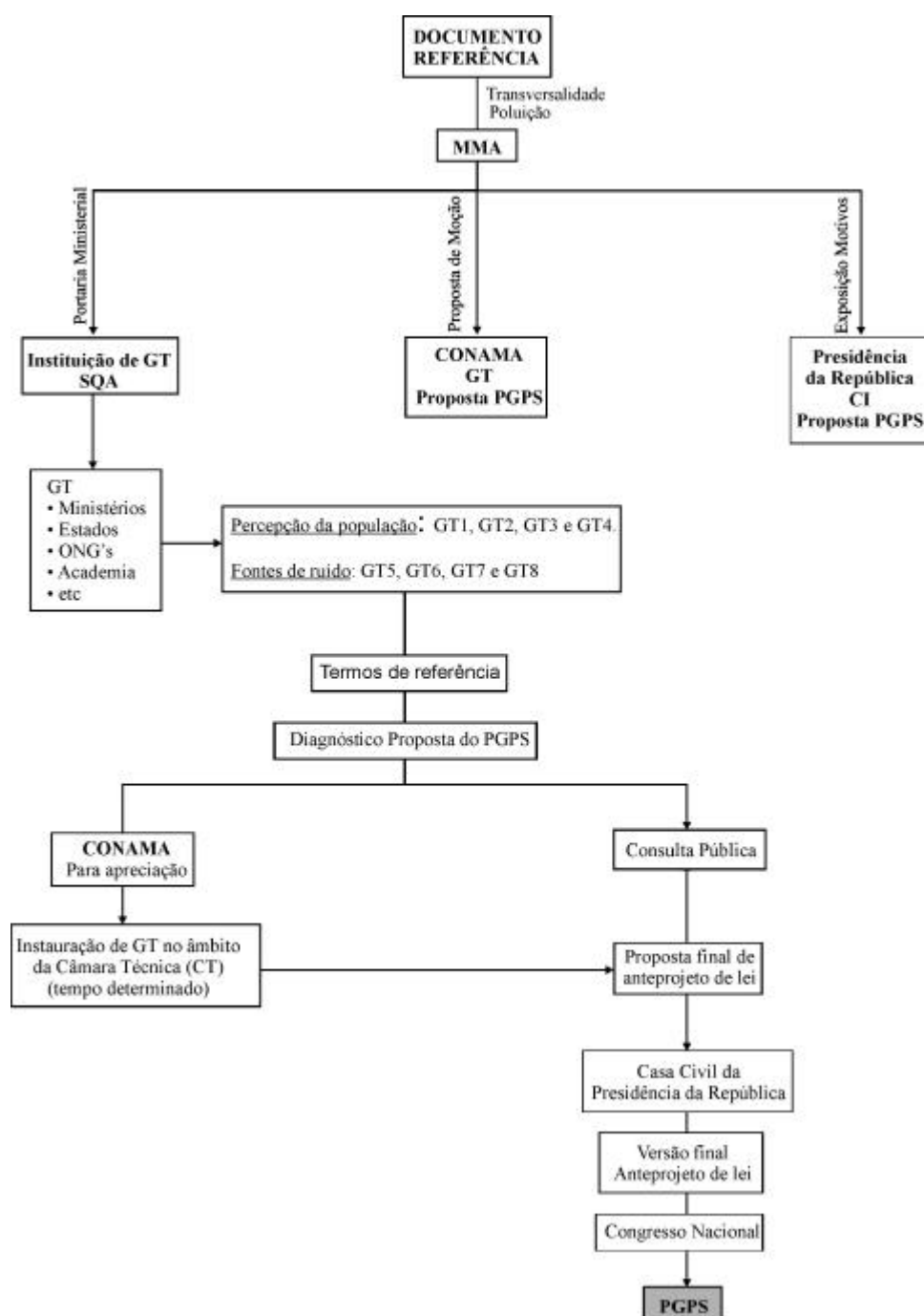
Por se tratar de assunto interministerial, como sugerido anteriormente, o MMA pode encaminhar o processo por meio de um dos três caminhos apresentados na Figura 17 e descritos em seguida.

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA

Figura 17 – Encaminhamento do Processo de Elaboração da PGPS

Primeiro caminho

Por meio de Exposição de Motivos, o MMA submete à consideração do Presidente da República a sugestão de instituição de uma Comissão Interministerial, por ato de um decreto presidencial, com o objetivo de elaboração de uma proposta de Política de Gestão da Poluição Sonora. O anexo que deve acompanhar essa comunicação, de acordo com o Manual de Redação da Presidência da República (BRASIL, 2002), deve compreender os seguintes itens:

- "Síntese do problema ou da situação que reclama providências;
- Soluções e providências contidas no ato normativo ou na medida proposta;
- Alternativas existentes às medidas propostas (se há outro projeto do Executivo sobre a matéria; se há projetos sobre a matéria no Legislativo; outras possibilidades de resolução do problema);
- Custos (se a despesa decorrente da medida está prevista na lei orçamentária anual; se não, quais as alternativas para custeá-la; se é o caso de solicitar-se abertura de crédito extraordinário, especial ou suplementar; valor a ser despendido em moeda corrente);
- Razões que justificam a urgência (a ser preenchido somente se o ato proposto for medida provisória ou projeto de lei que deva tramitar em regime de urgência);
- Impacto sobre o meio ambiente (sempre que o ato ou medida proposta possa vir a tê-lo);
- Alterações propostas;
- Síntese do parecer do órgão jurídico".

Pelo exposto observa-se que, ao adotar esse caminho, o documento referencial necessita ter o modelo causal bem definido, a fim de subsidiar a tomada de decisão. Caso contrário, ainda de acordo com manual de redação da Presidência da República (BRASIL, idem), "a falta ou insuficiência das informações prestadas pode acarretar, a

critério da Subchefia para Assuntos Jurídicos da Casa Civil, a devolução do projeto de ato normativo para que se complete o exame ou se reformule a proposta”.

Segundo caminho

Ação do MMA – Proposta de Moção ao Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), solicitando a instituição de Grupo de Trabalho para a elaboração de proposta de Política de Gestão da Poluição Sonora.

Terceiro caminho

Ação do MMA – por Portaria Ministerial (MMA) - instituindo um Grupo de Trabalho (GT), no âmbito da Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos (SQA), envolvendo representantes de Ministérios afetados, de Estados, de ONG’s, e Academia, entre outros, para o aprofundamento do documento de referência, a fim de se constituir um diagnóstico e a definição de proposta de Política de Gestão da Poluição Sonora.

Acredita-se que o melhor caminho a ser seguido seja este último, uma vez que envolve, em sua fase inicial, um grande número de partes interessadas no processo, fazendo com que a política se apóie sobre base mais sólida de sustentação. Portanto, é o que se preconiza para a adoção. Esse caminho será detalhado, a seguir:

Recomenda-se a realização de um encontro de planejamento visando o início do processo, o qual consiste, primeiramente, na conformação da Agenda Política. Essa conformação inclui fundamentalmente a seleção dos atores envolvidos no processo de construção da política, a definição dos objetivos pretendidos e por fim o aprofundamento do documento de referência. Para dar suporte a esse e aos demais estágios do processo, conforme nomeado anteriormente, é sugerida a instituição de um Grupo de Trabalho (GT).

Recomenda-se, em face do exposto no Capítulo anterior, itens 4.1, 4.2 e 4.3, bem como baseado na experiência brasileira e internacional de gestão da poluição sonora, que o GT seja subdividido em subgrupos de trabalho (GTi), com escopos e objetivos similares aos da CE, conforme apresentado no Apêndice 9.10 (ver item 5.2.1 adiante).

Após o aprofundamento do documento referencial e a formulação da proposta da política, os dois documentos são encaminhados ao CONAMA, solicitando a sua apreciação. Esta análise se dará por um grupo de trabalho no âmbito de Câmara Técnica própria (tempo determinado), que discutirá tecnicamente o texto base. Ao mesmo tempo, o MMA disponibilizará a proposta para consulta pública, por listas de discussão, a partir da divulgação dos documentos no *site* do Ministério. Sugere-se uma ampla divulgação da realização da consulta pública: prazos, objetivos e estímulo a participação, dirigidas aos ambientalistas e aos vários atores.

Após um prazo determinado todos os comentários serão analisados pelo GT, que os consolidará em uma Proposta Final de Anteprojeto de Lei, a ser enviada pelo MMA à Casa Civil da Presidência da República, por meio de Aviso Ministerial. Esse, por sua vez, no âmbito de sua competência, providencia a verificação da constitucionalidade e da legalidade do ato presidencial a ser tomado por consulta e parecer da Advocacia Geral da União (AGU), bem como a análise do mérito e da compatibilidade da proposta com as demais.

Em seguida a versão final do Ante-Projeto de Lei é encaminhada ao Congresso Nacional, por mensagem do Presidente da República, para discussão, emendas e aprovação de Lei que institui a Política de Gestão da Poluição Sonora.

5.2.1 Escopo dos GTs

Preconiza-se a formação de um Grupo Diretor, constituído pelos coordenadores de cada um dos oito GTs – Grupos de Trabalho propostos.

Os GTs teriam os seguintes objetivos:

- quatro GTs para tratar de aspectos relacionados à percepção da poluição sonora e abordagens indicadas:
    1. GT 1 – indicadores;
    2. GT 2 – avaliação da exposição sonora coletiva (mapas de ruído, computação e medição);
    3. GT 3 – aspectos de saúde e sócio-economia (Dose-Resposta); e
    4. GT 4 – ruído e vibrações no ambiente construído.

- quatro GTs para lidar com fontes de ruído:
    1. GT 5 – transportes rodoviário, aeronáutico e ferroviário;
    2. GT 6 - equipamentos utilizados no ambiente exterior;
    3. GT 7 – indústria e comércio; e
    4. GT 8 – entretenimento, lazer e templos religiosos.

Para cada um destes subgrupos deverão ser estabelecidos Termos de Referência (TR), incluindo os objetivos, o escopo de trabalho e o cronograma para a realização de suas tarefas. O documento final deverá subsidiar a política, no que se relaciona ao objeto de estudo específico do GT.

No subgrupo de trabalho GT-1, o documento final a ser elaborado deverá conter a definição de indicadores físicos e outros indicadores para descrever o ruído de todas as fontes para fins de avaliação, mapeamento, planejamento e controle, além de propor métodos de implementação. Recomenda-se a leitura do documento final sobre indicadores de ruído, intitulado "*Position Paper on EU Noise Indicators*", publicado pela Comunidade Européia, no ano de 2000.

O estabelecimento destes indicadores é de extrema importância, considerando a necessidade de adoção de estratégias visando a redução da exposição da população dentro de um horizonte de longo prazo. Com efeito, conforme apontado no item 4.3 (comparação entre os requisitos legais e normativos), a atual legislação brasileira é apropriada somente para situações de curto prazo, como por exemplo aquelas relacionadas a reclamações. Isto se deve a utilização de indicadores do tipo básicos, que contêm somente suposições sobre a ligação com os efeitos, sendo considerados quantidades puramente físicas. Diferentemente os indicadores compostos ou complexos podem ser utilizados para mapeamento sonoro, planejamento do uso do solo e avaliação de impacto ambiental, assim como para comparar situações com várias fontes de ruído, envolvendo outros parâmetros que não sejam acústicos ou mesmo comparações entre cidades, regiões, países (por exemplo: quantidade de população exposta e número de pessoas altamente incomodadas).

Cumpre observar que a adoção de indicadores comuns, a serem adotados no Brasil como um todo, irá beneficiar a comparação de diferentes situações que envolvam o ruído nos diferentes estados e municípios. Isto possibilitará o monitoramento da situação da poluição sonora no país, além de facilitar a troca de informações sobre valores -limites e relações de dose-resposta que também deverão ser definidos.

Estes indicadores, combinados com as relações dose-resposta a serem propostas pelo GT-3, serão capazes de prever a resposta média da população sujeita a exposição sonora de longa duração em termos de incômodo e distúrbios causados ao sono.

No subgrupo de trabalho GT-2, o documento final deverá conter um inventário das atuais metodologias de mapeamento utilizadas internacionalmente, indicando suas aplicações, objetivos e para quem os mapas se destinam, além da exatidão dos mapas e dos gastos para a sua elaboração. A partir do inventário serão estabelecidas metodologias comuns a serem adotadas no Brasil, incluindo a determinação de quais mapeamentos deverão ser realizados e o estabelecimento de um guia de aplicação.

O guia deverá contemplar quais são os dados que devem ser requeridos, os sistemas de descrição necessários (geometria, informações meteorológicas, características de várias fontes e superfícies, etc), como será a apresentação dos dados e a aplicação do mapa, visando diferentes propósitos. Os propósitos refletem diferentes necessidades, como por exemplo identificar e quantificar a escala de problemas de poluição sonora local, estadual, regional ou ainda nacional, para fornecer informação ao público e aos tomadores de decisão sobre estes problemas; fornecer bases objetivas para o planejamento urbano e do tráfego; monitorar tendências com relação ao ruído, servir de base para a realização de estudos de impacto ambiental; desenvolver planos de ação para reduzir o ruído de fontes existentes e comparar diferentes cenários; e fazer uso mais efetivo de procedimentos de planejamento para controle e redução de ruído.

Também deverá ser realizado um inventário dos métodos de medição e computação, visando a seleção daqueles que poderão ser utilizados no Brasil, tendo em vista a harmonização do processo de medição e da previsão do ruído. A definição destes métodos torna-se importante na medida em que servirão de referência para a determinação dos indicadores de longo prazo a serem propostos pelo GT-1. A CE selecionou alguns métodos de computação considerando-se o ruído de tráfego rodoviário, ferroviário, aeronáutico e industrial, como pôde ser visto no item 4.1.2. Uma ferramenta de caracterização de contribuição sonora de fontes para o ruído ambiental, utilizando índices estatísticos e redes neurais, é proposta no Capítulo 6 – Estudo de Caso. Esse Estudo poderá constituir-se em um documento de apoio para o GT-2, visando o desenvolvimento e a proposição de metodologias específicas para a avaliação da contribuição sonora de uma fonte mediante a presença de outras fontes no espaço urbano.

Cumpre ressaltar que, de acordo com o relatório que apresenta o estado da arte em tecnologias de controle de ruído, citado no item 2.1.2.5 e incluído no Anexo 3, abordagens mais sofisticadas utilizando redes neurais já estão sendo utilizadas para a caracterização da emissão sonora de equipamentos utilizados no exterior, considerando-se o tipo de equipamento em operação e o tipo de operação sendo realizada. De outra

parte recomenda-se que seja tomado como base o documento final da CE sobre mapeamento sonoro.

No <u>subgrupo de trabalho GT-3</u> o documento final a ser elaborado deverá recomendar descritores da exposição sonora e do incômodo, além de apresentar relações de dose-resposta, considerando-se as diferentes fontes de ruído urbano. Estes descritores e as relações de dose-resposta serão utilizados para a avaliação dos efeitos da poluição sonora.

Talvez esta se constitua na tarefa mais difícil de ser realizada tendo em vista que, conforme abordado no item 4.2, no Brasil existem poucos dados sobre a exposição sonora e sobre o incômodo causado à população, dificultando assim a definição de tais relações. A adoção das mesmas relações de dose-resposta adotadas, por exemplo, na CE, não poderá ser utilizada, tendo em vista que o nível de incômodo para o mesmo nível em decibel no interior de uma residência poderá ser distinto em diferentes países, em função de diferentes métodos construtivos, do clima, do tipo e do nível de atividade no ambiente exterior e da proporção do tempo gasto no exterior/interior, além do nível de renda do país.

Recomenda-se que, como ponto de partida, seja realizado um levantamento junto às Secretarias Municipais e Estaduais de Meio Ambiente visando estabelecer a situação e a disponibilidade dos dados para o estabelecimento das relações dose-resposta. Complementarmente pode ser realizado um levantamento nos países com características climáticas e sócio-econômicas aproximadas as brasileiras. Caso os dados levantados não sejam suficientes para o estabelecimento de relação dose-resposta, recomenda-se a realização de enquetes visando avaliar a resposta da população ao incômodo causado por diferentes fontes de ruído urbano, notadamente as fontes de transporte rodoviário, ferroviário, aeronáutico e indústrias, em paralelo ao levantamento da exposição sonora da população.

O documento final deverá ainda conter recomendações do tipo custo/benefício, tendo em vista que de posse de uma estimativa dos benefícios sociais da redução de ruído é possível identificar a combinação de medidas capazes de fornecer a mais alta razão custo/benefício.

No subgrupo GT-4 o documento final deverá apresentar um diagnóstico da qualidade acústica dos espaços urbanos e das edificações brasileiras, além de compreender um levantamento das tecnologias para mitigação e controle do ruído no ambiente construído. No caso específico da mitigação e do controle o documento deverá levar em conta o identificado no item 2.2 explicitando a contraposição entre as condições de conforto acústico e conforto térmico que são encontrados no Brasil. Deve ainda compreender a hierarquização das diferentes alternativas possíveis, dos pontos de vista econômico e prático. Os resultados desses estudos poderão ser apresentados sob a forma de recomendações para a incorporação de requisitos de qualidade acústica a serem integradas no planejamento urbano, em particular nos códigos de obras estabelecidos para as cidades brasileiras. Uma atenção especial deve ser dada também ao estudo da possibilidade de utilização de revestimento asfáltico absorvente, bem como de barreiras acústicas.

No subgrupo GT-5 o documento final deverá apresentar um diagnóstico das características da emissão sonora dos sistemas de transporte rodoviário, aéreo e ferroviário, visando o estabelecimento de valores limites de emissão. Além de compreender um levantamento das tecnologias para mitigação e controle do ruído, verificando-se quais são apropriadas para a utilização no Brasil, considerando-se as suas características sócio-econômicas.

No caso do transporte rodoviário uma atenção deverá ser dada com relação ao ruído emitido pela interação dos pneus dos veículos com o revestimento das vias de tráfego.

Com relação ao transporte aéreo esse documento deverá conter uma análise das razões e das conseqüências da prorrogação da retirada progressiva das aeronaves Capítulo 2 (20% da frota, a partir de dez/2004 e retirada total em 31/12/2010).

No subgrupo GT-6 o documento final deverá compreender um levantamento das tecnologias existentes para a realização de um determinado processo e sua caracterização acústica. A partir desse levantamento propor valores limites de emissão sonora para equipamentos utilizados no exterior, principalmente para aqueles utilizados na indústria da construção civil. Além disso deverá compreender ainda um levantamento das medidas destinadas à mitigação e controle do ruído.

No subgrupo GT-7 o documento final a ser elaborado deverá apresentar uma caracterização da emissão sonora por setor industrial, a fim de possibilitar um tratamento diferenciado no processo de licenciamento e localização no meio urbano das atividades de indústria e comércio.

No subgrupo GT-8 o documento final deverá apresentar um estudo visando a compatibilização das atividades de entretenimento, lazer e templos religiosos com os usos residenciais nas cidades. Esse estudo deverá considerar as características climáticas e sócio-culturais de cada região do país.

Observa-se que para cada GT foram especificados os produtos a serem apresentados e destacadas as importâncias dos mesmos. No entanto torna-se ainda necessário a definição de cronograma, recursos humanos e de custos envolvidos para a realização de suas tarefas, o que dependerá do prazo previsto para a posta-em-ação da política.

5.3 Implementação da Política

A estratégia de implementação da Política deve centrar-se em duas abordagens principais, de conformidade com a adotada na Comunidade Européia apresentada na seção 4.1.2.2 e 4.1.2.3, que são estas: a redução do ruído na imissão e na emissão sonora de fontes individuais.

Para se por em prática estas abordagens torna-se necessário a definição de mecanismos de implementação, equipe de suporte para o processo, mecanismos de controle e acompanhamento, procedimentos para a avaliação e revisão e custos envolvidos que não

são detalhados nesta tese. Observa-se que com relação aos custos e recursos humanos estes irão depender, respectivamente, das medidas de precaução e de mitigação a serem adotadas, do prazo para a implementação da PGPS, do número de especialistas existentes em acústica no Brasil e da vontade política das instituições envolvidas.

5.3.1 Redução do Ruído na Imissão

Para a redução do ruído na imissão recomenda-se a elaboração de Resolução do CONAMA relativa a avaliação e gestão do ruído ambiental, considerando os relatórios finais dos Grupos de Trabalho GT1, GT2, os relatórios parciais dos GT3 e GT4 e a Diretiva Européia 2002/40 (resumida no Apêndice 9.10 e 9.11), com o objetivo de estabelecer uma estrutura comum no Brasil para a avaliação e gestão do ruído ambiental. Esta estrutura deve compreender primeiramente a harmonização de indicadores de ruído (para o desenvolvimento de estratégias de longo prazo) e métodos de medição e, em seguida, a coleta de dados de exposição sonora da população, por intermédio da elaboração de mapas estratégicos de ruído, utilizando tais indicadores e métodos de medição. Além disso deve fazer com que as autoridades competentes gerem informações a serem disponibilizadas à população e, por último, traçar planos de ação em nível municipal e, em alguns casos, em estadual. Por tanto torna-se necessário o aparelhamento (capacitação técnica dos técnicos e dotação de instrumentação adequada de trabalho, incluindo ferramentas de modelagem computacional) dos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente.

Quanto ao seu escopo pode-se dizer que esta deve ser aplicável ao ruído ambiente que os seres humanos se encontram expostos, em especial em áreas construídas, parques públicos ou em outras zonas sossegadas de uma aglomeração, em zonas sossegadas em campo aberto, nas imediações de escolas, hospitais e outras edificações e zonas sensíveis ao ruído. Ademais deve incluir os seguintes artigos:

1. Objetivos;
2. Escopo;
3. Definições;

4. Implementação e responsabilidades;
5. Indicadores e aplicação;
6. Métodos de avaliação;
7. Mapas estratégicos de ruído;
8. Planos de Ação;
9. Informação ao público;
10. Coleta e publicação de dados;
11. Revisão e relatórios.

Após a publicação da referida Resolução recomenda-se também:

- promoção da harmonização dos indicadores e dos métodos de avaliação nas esferas estadual e municipal;

- elaboração de mapas estratégicos de ruído para grandes eixos rodoviários (com 6 milhões de passagens de veículos, por ano), ferroviários (com 60 mil passagens de trens, por ano), aeroportos e áreas urbanas (com mais de 250.000 hab) usando os indicadores harmonizados;

- elaboração de Planos de Ação Local (com metas de curto, médio e longo prazo), visando a redução do ruído onde necessária e manutenção da qualidade sonora onde ela for boa, a partir do mapeamento;

- disponibilização e disseminação ao público das informações geradas no que se refere à exposição sonora da população (mapas estratégicos de ruído) e as ações propostas (Planos de Ação Local).

Observa-se que a Resolução proposta é de fundamental importância tendo em vista que a NBR 10151, remetida pela Resolução CONAMA 001/90, adota como indicador o nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}) e que é um indicador básico adequado para

lidar com queixas e situações não usuais e inadequado para situações de longo prazo, tais como o planejamento do uso do solo, zoneamento e atividades relacionadas com o controle de ruído e a implementação de uma política global de redução do número de pessoas afetadas pela poluição sonora. Não obstante, erroneamente essa norma está sendo utilizada tanto para lidar com queixas quanto para fins de planejamento.

Desta forma, pelo motivo exposto anteriormente, recomenda-se a revisão da NBR 10151, à luz da ISO 1996-1:2003. Recomenda-se ainda a revisão das legislações municipais e que estas revisões ocorram após a elaboração de mapas estratégicos de ruído. Isto se deve ao fato que estes documentos estabelecem valores de níveis critérios limites associados ao zoneamento urbano e tais valores só devem ser estabelecidos após o conhecimento da emissão sonora das principais fontes de ruído urbano e da exposição sonora da população.

Para a definição dos valores dos níveis critérios é necessário que haja discussão em um fórum maior, a fim de decidir se estes deverão refletir um nível ótimo necessário a proteção da saúde humana, tendo em vista que este objetivo é improvável de ser alcançado, a curto e médio prazos, ou refletir um nível que não é ótimo mas que possa ser atingido em face das condições tecnológicas, sócio-econômicas e políticas do país, associado a ações de longo prazo, visando o atendimento do nível ótimo. Esta é de fato uma decisão política.

5.3.2 Redução do Ruído na Emissão de Fontes Individuais

Para a redução na emissão sonora de fontes individuais recomenda-se a elaboração de algumas Resoluções CONAMA e outras ações, a seguir explicitadas, que devem levar em conta os documentos elaborados pelos GTs 5, 6, 7 e 8.

- elaboração de Resolução CONAMA, estabelecendo limites de emissão sonora de rolagem provocada por diferentes tipos de pneus em diferentes modelos de veículos a motor;

- elaboração de Resolução CONAMA, estabelecendo limites de emissão sonora para equipamentos/máquinas utilizados no exterior;
- elaboração de Resolução CONAMA, estabelecendo limites de emissão sonora para as fontes de tráfego ferroviário;
- elaboração de Resolução CONAMA, estabelecendo limites de emissão sonora para as embarcações de recreio;
- elaboração de Resolução CONAMA, estabelecendo limites de emissão sonora para atividades de entretenimento, lazer e templos religiosos.
- elaboração de Resolução CONAMA, estabelecendo diretrizes para a melhoria da qualidade acústica das edificações;
- ampliação da gama de aparelhos domésticos a serem abrangidos pela Resolução CONAMA 20/1994, uma vez que, conforme já abordado, só se aplica a liquidificadores e a secadores de cabelo.

Ressalta-se que para a elaboração das quatro primeiras Resoluções também devem ser adotadas, como documentos de referência, as Diretivas Européias relativas a estas temáticas, resumidas no Apêndice 9.11, a saber:

- Diretiva 2001/43 – Estabelece limites de emissão sonora para o contato pneus-estrada dos veículos a motor e seus reboques;
- Diretiva 2000/14 – Estabelece a harmonização das legislações dos Estados-membros relacionadas a emissão sonora no meio ambiente por equipamentos utilizados no exterior (para 22 equipamentos – limites de emissão sonora; para 41 equipamentos – etiquetagem sonora);
- Diretiva 2001/16 - Estabelece parâmetros fundamentais que caracterizam cada subsistema para a realização da interoperabilidade do sistema ferroviário transeuropeu convencional e que devem ser elaboradas Especificações Técnicas de Interoperabilidade (ETI);
- Diretiva 2003/44 – Estabelece, entre outros, valores - limite em matéria de emissão sonora para a embarcação e o seu sistema de escapamento.

Adicionalmente recomenda-se a elaboração de Portaria do Ministério da Defesa relativa a tráfego aéreo estabelecendo regras gerais para lidar com os problemas de ruído no entorno dos aeroportos brasileiros, incluindo:

- redução no ruído emitido pelas aeronaves;
- medidas de planejamento e gestão da ocupação do solo no entorno dos aeroportos;
- procedimentos operacionais de redução do ruído;
- restrições de operação;
- taxação aeroportuária relativa ao ruído.

Para a elaboração desta portaria devem também ser adotadas, como documentos de referência, a seguinte Diretiva e Proposta de Diretiva da CE, resumidas no Apêndice 9.11:

- Diretiva 2002/30 - Estabelece regras e procedimentos para favorecer a introdução de restrições de operação de modo coerente em nível dos aeroportos, incluindo a adoção da Abordagem Equilibrada;
- Proposta COM (2001)74 – Relativa a criação de um quadro comunitário de classificação das emissões sonora de aeronaves civis subsônicas para fins de cálculo das taxas sobre o ruído.

Para a implementação da PGPS é de fundamental importância a conscientização da população e dos tomadores de decisão, em diferentes níveis governamentais, de que a poluição sonora é um agente poluente do meio ambiente que necessita e pode ser gerido e que sua gestão não pode se limitar ao poder local, uma vez que há determinados problemas que devem ser geridos em outras esferas governamentais.

Outrossim, conforme reconhecido pela Comunidade Européia, a redução do ruído ambiental irá depender também da efetividade de um *portfolio* bem balanceado de

pesquisas em emissão, propagação e imissão sonora e em percepção humana do ruído (CE, 2002e). Pesquisas em aspectos econômicos como o aperfeiçoamento de métodos de avaliação de diferentes questões econômicas relacionadas ao custo do ruído (doenças, perda do sono e produtividade, efeitos sobre o preço das propriedades, etc.) também são importantes. Assim pode-se dizer que um programa coordenado de pesquisas em todos os campos é de vital importância para a realimentação da política.

Ressalta-se finalmente que a política da poluição sonora deve procurar preservar os valores sócio-culturais do país, por intermédio de uma conciliação entre as manifestações destes valores e a necessidade de silêncio em áreas residenciais, visando a saúde da população.

6. ESTUDO DE CASO

Instrumento para a PGPS: O caso da Caracterização da Contribuição da Emissão Sonora de Indústrias para o Ruído Ambiental, utilizando Índices Estatísticos e Redes Neurais.

Conforme abordo no Capítulo 5, além da reestruturação do ordenamento jurídico institucional, torna-se também necessária a ampliação da gama de instrumentos a serem adotados pela PGPS.

Assim sendo apresenta-se uma proposição de uma nova ferramenta metodológica prática de caracterização da contribuição sonora industrial para o ruído ambiental. Esta ferramenta é proposta, considerando-se que um dos pontos cruciais no processo de avaliação da exposição sonora da população, enfrentado pelos técnicos da fiscalização da emissão de ruído por fontes fixas, pelos consultores e pelos cientistas em acústica ambiental, mediante a presença de múltiplas fontes de ruído em ambiente urbano, é a necessidade de caracterização da contribuição sonora destas fontes para o ruído ambiental.

Normalmente esta contribuição é caracterizada por indicadores ou métricas de diversos tipos, dependendo da finalidade. Entre estes se indica o nível de pressão sonora equivalente contínuo ponderado em “A” - L_{Aeq} e os índices estatísticos - L_1, L_{10}, L_{50}, L_{90} e L_{99}, entre outros.

A determinação destes indicadores pode ser realizada através da utilização de técnicas de acústica previsional e de medição sonora.

A adoção da técnica de acústica previsional envolve o conhecimento prévio de parâmetros técnicos e tecnológicos das máquinas e equipamentos ruidosos que compõem a fonte como um todo, notadamente, as suas potências sonoras. Na maioria

dos casos as informações sobre estas potências não se encontram disponíveis, conduzindo a necessidade de determiná-las, por exemplo, através de processos de medição *in sito*. Neste caso utiliza-se de técnicas de intensimetria sonora, que apresentam restrições à sua aplicação.

Por <u>técnica de medição sonora</u> entende-se a adoção de um adequado sistema de medição, que pode ser mais ou menos sofisticado e um marco da legislação a ser atendido. Além, é claro, da experiência fundamental do técnico que opera a instrumentação de tal sistema. O diploma legal utilizado é a Resolução CONAMA 001/90 que remete à Norma NBR 10151 - Acústica – "Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade – Procedimento", da ABNT, que é a versão brasileira da série ISO 1996 – "Acoustics - Assessment of noise with respect to community response".

Esta norma especifica um método para a medição de ruído, a aplicação de correções nos níveis medidos, se o ruído apresentar características especiais e uma comparação dos níveis corrigidos com o Nível Critério de Avaliação (NCA) (ABNT, 2000a).

O indicador preconizado na Norma para medição do ruído é o nível de pressão sonora equivalente ponderado em "A", que pode receber correções, caso o ruído medido apresente características impulsivas ou tonais. O Nível Critério de Avaliação varia de acordo com o período do dia e com o zoneamento, estabelecido conforme o Quadro 66 (ver Apêndice 9.14)) (ABNT, idem).

O procedimento preconizado pela Norma ABNT, considerando-se uma atividade em fase operacional, consiste em:

- identificar o zoneamento da área onde se encontra instalado o empreendimento;
- identificar os receptores críticos e o zoneamento das áreas em que os receptores estes;

- encontrar o NCA no Quadro 66 (áreas onde se localizam os receptores críticos);
- desligar a atividade;
- medir o nível de ruído ambiente (L_{ra}) em cada zona identificada. Se esse nível de for superior ao valor dos NCAs do Quadro 66 (por área e por horário), os NCAs assumem os respectivos valores dos L_{ra}[1] para cada zona. Caso contrário, os NCAs são os valores encontrados no Quadro 66;
- ligar a atividade;
- medir o nível de pressão sonora equivalente ponderado em "A", produzido pela atividade, superposto ao nível de ruído ambiente (L_{ra});
- extrair o nível de pressão sonora equivalente ponderado em "A", produzido pela atividade da superposição dos dois ruídos;
- comparar, para cada zona identificada, o nível de pressão sonora equivalente ponderado em "A" medido com o NCA para cada zona. Se o nível encontrado for superior ao NCA, considera-se que a atividade produz impacto ambiental sonoro que precisa ser mitigado.

De acordo com este procedimento, para se extrair da superposição dos dois ruídos o nível de pressão sonora equivalente ponderado em "A" produzido pela atividade é necessário, inicialmente, desligá-la. Todavia, a tentativa de caracterização da contribuição da atividade para o cenário acústico local, através da sua interrupção, é muitas vezes inviável, dificultando assim o processo de caracterização.

Em conseqüência desta dificuldade o tema da identificação da contribuição de fontes sonoras para o ruído ambiente é objeto de diversos estudos. Uma das metodologias propostas consiste na utilização de funções de coerência. O inconveniente é que esse método é complexo quando aplicado a casos reais, uma vez que adota um sistema de medição simultâneo de dois canais e um procedimento de cálculo sofisticado, além de se aplicar apenas a fontes estacionárias. Outrossim, condições atmosféricas, em particular turbulência, podem destruir a coerência.

[1] L_{ra} é o nível de pressão sonora equivalente ponderado em "A" no local e horário considerados, na ausência do ruído gerado pela fonte sonora em questão.

Também é possível realizar, porém somente limitado a alguns casos específicos, uma filtragem analógica ou digital através da utilização de um filtro rejeitor em pente que retira a energia do sinal nas freqüências desejadas, considerando-se uma mistura de ruídos de fonte estacionária com não-estacionária. Neste caso uma parte do sinal útil também seria retirada.

É usual também a utilização da combinação de medições sonoras e de modelagem, utilizando-se softwares de acústica previsonal.

Uma outra rota tecnológica consiste na medição e utilização, complementarmente ao nível de pressão sonora equivalente ponderado em "A", de uma série de índices estatísticos - L_{10}, L_{50}, L_{90} e L_{99}, por exemplo, para se estimar a contribuição, caso uma das fontes não seja estacionária. Todavia, muitas vezes, na prática, torna-se difícil precisar a contribuição, induzindo a uma determinação qualitativa das contribuições, através da observação da flutuação do sinal proporcionada pelos índices estatísticos.

No caso da caracterização da contribuição de fontes de ruído quase-estacionário (indústrias), em presença de fontes de ruído não-estacionário (tráfego rodoviário esparso), que corresponde a muitas situações reais, decidiu-se utilizar sistemas especialistas baseados em redes neurais em conjunto com uma série de índices estatísticos.

O estudo de caso sugere uma metodologia para caracterização da contribuição sonora, envolvendo fontes de ruído quase-estacionário e não-estacionário, a saber: uma subestação elétrica de média voltagem – 230 kV (fonte de ruído quase-estacionária), representada por um grande transformador (freqüência de 120 Hz) e uma estrada de alta velocidade e tráfego esparso, produzindo um ruído altamente flutuante no tempo.

No caso considerado uma possível abordagem para a separação das fontes poderia ser baseada na filtragem do sinal nas freqüências de 120 Hz e seus harmônicos, eliminando

assim o sinal do transformador. Não obstante, como já se observa, uma parte do sinal útil também seria retirada.

Cabe ressaltar que a contribuição sonora da atividade industrial na vizinhança é definida pelo nível de pressão sonora equivalente contínuo (L_{Aeq}) emitido e medido.

6.1 Ruído de Subestações Elétricas

Globalmente uma SE pode ser considerada como uma fonte extensa de ruído, gerado a partir de vários equipamentos: dos transformadores e reatores (devido ao fenômeno de magnetostrição: mudança de forma de uma peça de ferro quando submetida a um campo magnético), dos sistemas de refrigeração, dos compensadores estáticos e das linhas de transmissão (efeito corona).

O ruído gerado pelos transformadores e reatores é estacionário, sendo quase constante em energia, originando-se na vibração do núcleo por magnetostrição. A vibração é transmitida pela estrutura à carcaça que, por sua vez, irradia ruído. É um ruído periódico, cuja freqüência fundamental (120 Hz) é o dobro da freqüência da rede. Harmônicos de até 1200 Hz podem ser encontrados na vizinhança de transformadores. Quanto maior o transformador, maior a existência de energia sonora em baixa freqüência. Por exemplo, para um transformador de 100 MVA, a energia sonora localiza-se na freqüência de 120Hz.

O ruído produzido pelas linhas de transmissão é proveniente do efeito corona, que consiste na ionização do ar na vizinhança dos condutores. Quando um fio é submetido a uma tensão elétrica elevada, o campo na sua vizinhança pode ficar suficientemente forte para provocar a ionização das moléculas do ar. Os íons formados são puxados pela força eletrostática e tendem a se deslocar ao longo das linhas do campo elétrico. Trata-se de um problema casado de campo elétrico - convecção de cargas. Este efeito se manifesta, do ponto de vista visual, através de emissões luminosas (filamentos azuis) e, do ponto

de vista acústico, sob forma de chiado, aumentando quando a umidade do ar também aumenta. Quando do período chuvoso, normalmente o fenômeno pode se intensificar.

A energia sonora produzida por linhas de transmissão de 230 kV é relativamente pequena quando comparada àquela produzida por linhas de 500 kV, por exemplo. Assim neste Estudo de Caso não será considerado o efeito corona.

O item seguinte mostra, resumidamente, alguns exemplos de aplicação de índices estatísticos em estudos de acústica ambiental. Foi a partir da leitura dessas aplicações que surgiu a idéia da utilização destes índices para a caracterização de contribuição de fontes sonoras. Cabe ressaltar que os dois primeiros tiveram papel preponderante na concepção da metodologia sugerida. Além disto é apresentada uma breve revisão de redes neurais, identificando-se apenas os aspectos mais relevantes relativos a rede neural adotada no estudo de caso.

6.2 Índices Estatísticos

Muitos ruídos, dos quais o ruído em comunidades é um exemplo, flutuam entre períodos relativamente quietos e períodos mais ruidosos, tais como antes e durante a passagem de um caminhão ou de um avião. Entretanto, os métodos baseados no L_{Aeq} não consideram tais variações (BERANECK, 1971).

Desta forma, para considerar estas variações, que influenciam na percepção do ruído, muitos autores adotaram uma abordagem estatística, realizando uma análise do histograma do ruído ou a determinação de uma série de índices estatísticos, selecionados criteriosamente.

Aqui se pretende mostrar alguns exemplos de aplicação destes índices em estudos de acústica ambiental.

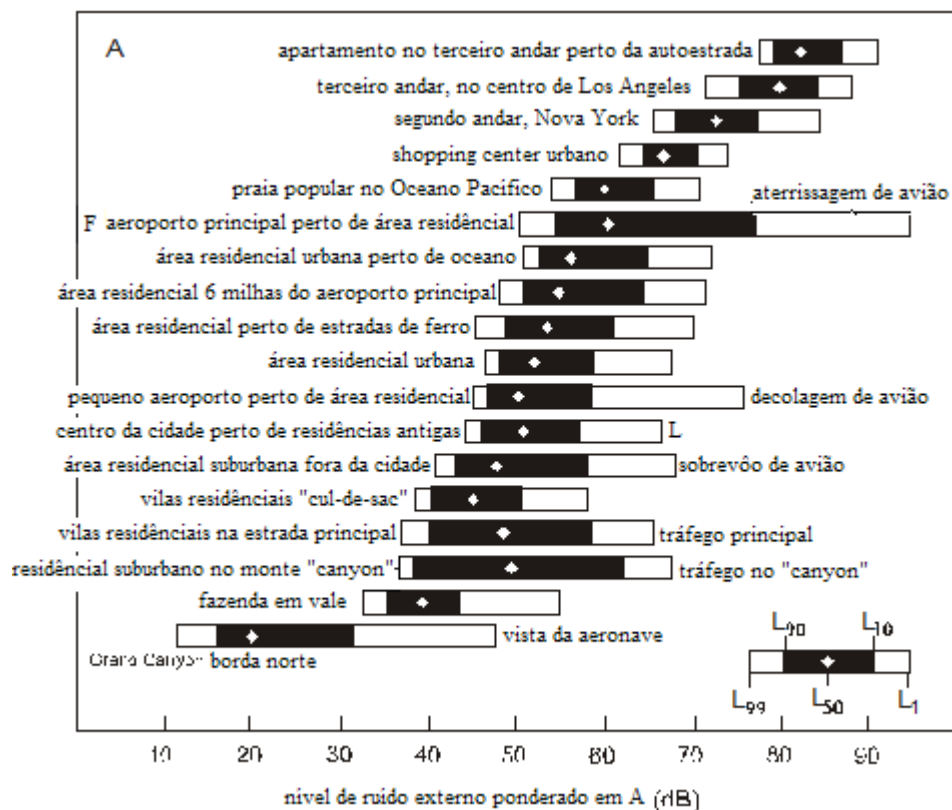
SHAW (1975) utilizou os índices estatísticos - L_1, L_{10}, L_{50}, L_{90}, L_{99}, para caracterizar cenários acústicos de diversas regiões com suas atividades, por intermédio de uma representação gráfica apresentada na Figura 18, a partir de um estudo realizado por K. M. Eldred (1971), em dezoito localidades nos EUA, incluindo áreas desertas, áreas residenciais (urbanas e suburbanas) e áreas afetadas seriamente pelo ruído de aeronaves e de vias expressas. Pode-se considerar que a seqüência de índices estatísticos constitui uma assinatura do cenário acústico, podendo, a partir desta representação gráfica, associar visualmente um padrão de níveis estatísticos a um ambiente determinado, como, por exemplo, a proximidade de aeroporto ou da estrada.

Fonte: SHAW (1975)

Figura 18 – Distribuição dos Níveis Sonoros (locais A, F e L)

ROBINSON (1971) também procurou utilizar a informação contida nos níveis estatísticos. Segundo ele a abordagem para medir e avaliar o incômodo causado pelo ruído ambiental de diferentes tipos de fonte foi desenvolvida a partir da consideração de

métodos específicos para as tipologias de fonte. Ou seja, foram desenvolvidos métodos para se medir e avaliar ruído de tráfego, outros para se medir e avaliar ruído industrial e assim sucessivamente para outras fontes, dificultando a comparação entre o incômodo causado pelas diferentes fontes de ruído. Todavia, continuava a crescer o número de situações nas quais o incômodo não era atribuído a apenas uma simples classe de fonte de ruído. Neste contexto ROBINSON (idem) sugeriu a utilização de uma métrica unificada que fosse capaz de avaliar o incômodo causado por diferentes tipos de fontes sonoras - o nível de poluição sonora (L_{NP}).

Essa métrica baseia-se em dois termos: o primeiro, considerando a relação entre incômodo e a energia contida nos níveis de ruído, representado pelo nível de pressão sonora equivalente contínuo ponderado em “A” e o outro, considerando o aumento de incômodo devido a flutuação do ruído no tempo, conforme a relação a seguir:

$$L_{NP}=L_{Aeq}+2,56\sigma$$

σ = desvio padrão do nível instantâneo.

Caso a distribuição dos níveis de ruído seja Gaussiana, o desvio padrão(σ) pode ser inferido dos valores de L_{10} e L_{90} e a relação acima torna-se:

$$L_{NP} = L_{Aeq} + (L_{10}-L_{90})$$

Neste caso, a flutuação no tempo do nível de ruído é diretamente relacionada à diferença L_{10}-L_{90}.

Mais recentemente outros autores sugeriram o uso dos índices estatísticos em estudos de acústica ambiental. Com efeito, HESSLER (2000) propôs o uso da série de índices estatísticos –L_1, L_{10}, L_{50} e L_{90}, o nível máximo de pressão sonora e o nível de pressão

sonora equivalente contínuo, para monitoramento do ruído no processo de avaliação de impacto ambiental sonoro de termelétricas ou de outras fontes estacionárias.

WSZOLEK *et al* (1999) usou os índices estatísticos medidos em várias bandas de freqüência para eliminar a interferência ambiental no ruído proveniente do efeito corona medido em linhas de transmissão de alta voltagem, obtendo resultados satisfatórios. Contudo, de acordo com o autor, foi requerido um equipamento caro.

6.3 <u>Desenvolvimento de Metodologia Proposta</u>

6.3.1 Desenvolvimento Teórico

6.3.1.1 Caracterização da Contribuição Sonora Utilizando L_{10} - L_{90}

No ambiente urbano considerado o ruído quase estacionário emitido pelo conjunto de fontes que compõem a SE é superposto ao ruído de tráfego de uma estrada próxima.

Desta forma o nível de ruído no entorno da subestação pode ser expresso como sendo a soma logarítmica do ruído da atividade (quase estacionário), constituído, principalmente, pelos transformadores e sistemas de ventilação e o ruído de tráfego da estrada (altamente flutuante no tempo).

O nível de pressão sonora instantâneo em um dado local da sua vizinhança é:

$$L_{A,Mix} = L_{A,Traf} \oplus L_{A,Sub} = 10 \log_{10} (10^{(LA,Traf/10)} + 10^{(LA,Sub/10)})$$

Onde:

- $L_{A,Traf}$ é o nível de pressão sonora instantâneo ponderado em “A” produzido pelo tráfego da estrada;

- $L_{A,Sub}$ é o nível de pressão sonora instantâneo ponderado em “A” produzido pela SE;
- $L_{A,Mix}$ é o nível de pressão sonora instantâneo ponderado em “A” da superposição dos dois ruídos.

O nível de pressão sonora equivalente contínuo ponderado em “A” é dado pela equação clássica:

$$L_{Aeq,Mix} = 10\log_{10}(10^{\frac{L_{Aeq,Traf}}{10}} + 10^{\frac{L_{Aeq,Sub}}{10}})$$

Onde:

- $L_{Aeq,Traf}$ é o nível de pressão sonora equivalente contínuo ponderado em “A” produzido pelo tráfego da estrada;
- $L_{Aeq,Sub}$ é o nível de pressão sonora equivalente contínuo ponderado em “A” produzido pela subestação;
- $L_{Aeq,Mix}$ é o nível de pressão sonora equivalente contínuo ponderado em “A” da superposição dos dois ruídos.

Observa-se que a soma logarítmica de dois níveis de ruído se encontra entre o maior nível de ruído e o maior mais três decibéis, conforme ilustrado graficamente na Figura 19, podendo-se escrever a seguinte desigualdade:

$$\text{SUP}\ (L_{AEQ,Traf}, L_{AEQ,Sub}) < L_{AEQ,Traf} \oplus L_{AEQ,Sub} < \text{SUP}\ (L_{AEQ,Traf}, L_{AEQ,Sub}) + 3\ \text{dB}$$

Onde:

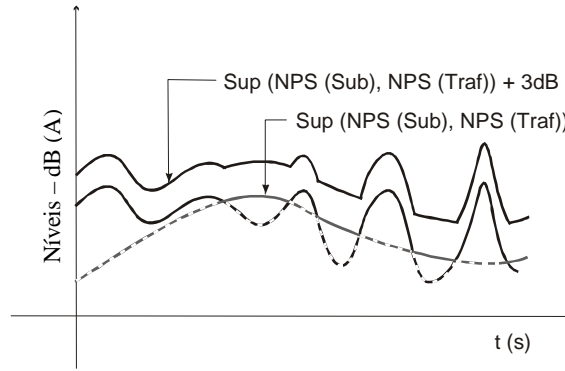
- Sup $(L_{Aeq,Traf}, L_{Aeq,Sub})$ é o maior valor de $L_{Aeq,Sub}$ e $L_{Aeq,Traf}$.

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Figura 19 - Ruído Superposto

Considerando a desigualdade anterior, pode-se prever que o ruído resultante da mistura terá uma variabilidade intermediária.

$L_{Aeq,Mix}$ pode também ser escrito como:

$$L_{Aeq,Mix} = L_{Aeq,Sub} + N(\Delta)$$

Onde:

$$N(\Delta) = 10\log_{10}(1+10^{\frac{\Delta}{10}})$$

Com $\Delta = L_{Aeq,Traf} - L_{Aeq,Sub.}$ Δ é a diferença entre a contribuição sonora do tráfego da estrada e da subestação, então:

$$L_{Aeq,Sub} = L_{Aeq,Mix} - N(\Delta)$$

Onde N é uma função crescente de Δ *e* assume valores de *0* a +¥ quando Δ varia de - ¥ a +∞.

A diferença $L_{Aeq,Mix} - L_{Aeq,Sub}$ aumenta com Δ, então a flutuação da superposição dos ruídos também aumenta.

Considerando o caso no qual a distribuição estatística dos níveis de ruído pode ser aproximada por curvas Gaussianas (probabilidade normal), o desvio padrão (σ) é relacionado com a diferença $L_{10} - L_{90} = 2{,}562s$.

Assim, L_{10} - L_{90} pode ser utilizado para representar a flutuação do nível de ruído no tempo. Então, quando a flutuação do ruído aumenta, $L_{10,Mix}$ - $L_{90,Mix}$ também aumenta. Um mapeamento entre $L_{Aeq,Mix}$ - $L_{Aeq,Sub}$ e $L_{10,Mix}$ - $L_{90,Mix}$ pode ser estabelecido.

Considerando que f seja este mapeamento, o qual, a priori, poderá ser monotonus e não linear:

$$L_{Aeq,Mix} - L_{Aeq,Sub} = f\,(L_{10,Mix} - L_{90,Mix})$$

Finalmente isto mostra que é possível caracterizar a contribuição sonora da SE, uma vez que conhecida a função f, $L_{Aeq,Mix}$ e $L_{10,Mix} - L_{90,Mix}$ podem também ser conhecidos. O mapeamento f pode ser obtido experimentalmente, como mostrado a seguir.

6.3.1.2 Função de Dependência f

Geração de Dados para a obtenção da função de dependência f

Foi realizado um estudo experimental em laboratório a fim de produzir dados que iriam ser utilizados na caracterização da contribuição sonora da SE para o ruído ambiente, conforme descrito nas alíneas (a) até (d) seguintes.

a) foram gravados dois sinais: um composto de "pedaços" de gravação de ruído de um transformador de média voltagem (representando a SE), e outro compreendido de pedaços de gravação de uma estrada com tráfego esparso;
b) cada ruído foi enviado para duas diferentes caixas de som através de uma mesa de mixagem;

c) gerou-se uma mistura de sinais, onde a contribuição da fonte não estacionária (ruído de tráfego) foi mantida constante e a fonte quase estacionária (ruído da SE) foi variada;

d) foram medidos o nível de pressão sonora equivalente contínuo ponderado em "A" da mistura ($L_{Aeq,Mix}$) e os índices estatísticos da mistura ($L_{1,Mix}$, $L_{10,Mix}$, $L_{50,Mix}$, $L_{90,Mix}$, $L_{99,Mix}$) para cada contribuição combinada. Simultaneamente, para cada valor do canal de amplificação do mixer, foram medidos, separadamente, o nível de pressão sonora equivalente contínuo ponderado em "A" e os índices estatísticos ($L_{Aeq,Sub}$, $L_{1,Sub}$, $L_{10,Sub}$, $L_{50,Sub}$, $L_{90,Sub}$, $L_{99,Sub}$), da SE. Foram, também, medidos o nível de pressão sonora equivalente contínuo ponderado em "A" e os índices estatísticos ($L_{Aeq,Traf}$,$L_{1,Traf}$, $L_{10,Traf}$, $L_{50,Traf,}$, $L_{90,Traf}$, $L_{99,Traf}$), do ruído do tráfego.

As medições dos níveis de ruído foram realizadas utilizando o sonômetro integrador Larson Davis 814, durante um período de vinte minutos.

Os dados de medição são apresentados no Quadro 22.

Quadro 22 – Dados da Medição

Indicador	Níveis de ruído - dB(A)												
	Conj. dados 1			Conj. dados 2		Conj. dados 3		Conj. Dados 4		Conj. dados 5		Conj. dados 6	
	Traf	Sub	Mix	Sub	Mix	Sub	Mix	Sub	Mix	Sub	Mix	Sub	Mix
L_{Aeq}	78.7	52.4	78.1	58.2	77.9	62.5	78.6	68.0	78.5	74.2	79.2	83.7	85.3
L_1	88.5	56.8	88.5	60.5	88.2	65.1	88.4	69.3	87.9	76.3	87.9	85.0	89.5
L_{10}	84.1	52.9	83.0	58.9	83.0	63.6	83.7	68.7	83.1	75.4	83.1	84.6	86.8
L_{50}	70.7	52.1	70.7	58.0	70.3	62.3	71.6	68.0	73.0	73.2	75.9	83.7	84.8
L_{90}	62.4	51.3	61.6	57.3	63.1	61.2	65.1	66.9	69.6	72.9	74.2	82.8	82.8
L_{99}	59.1	50.7	59.5	56.6	60.9	60.4	63.5	66.2	68.6	72.1	73.2	82.1	81.7
L_{10}-L_{90}	21.7	1.6	21.4	1.6	19.9	2.4	18.6	1.8	13.5	2.5	8.9	1.8	4.0

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Legenda: Traf = Tráfego Sub = Subestação Mix = Mistura

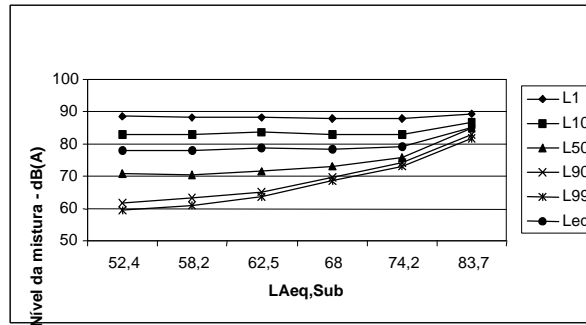
A Figura 20 mostra a evolução dos índices estatísticos medidos, considerando a contribuição sonora da SE para o ruído ambiente.

Fonte: Elaboração própria

Figura 20 – Índices Estatísticos vs Contribuição Sonora SE

A Figura 20 mostra claramente que há uma dependência entre a série de índices estatísticos selecionados e a contribuição sonora da subestação. Também é possível verificar-se que os índices estatísticos mais elevados variam mais com a contribuição sonora da SE.

Determinação da Função de Dependência *f*

Utilizando o conjunto de dados obtidos no estudo experimental apresentado no Quadro 22, foram calculados os valores das diferenças $L_{Aeq,Mix}$ - $L_{Aeq,Sub}$ e $L_{10,Mix}$-$L_{90,Mix}$. Esses valores foram dispostos no Quadro 23. Destes valores, uma representação gráfica aproximada da função ***F*** é desenhada na Figura 21.

Quadro 23 – Valores Discretos da Função *F*

Difference of Levels	Set 1	Set 2	Set 3	Set 4	Set 5	Set 6
$L_{Aeq,Mix}$ - $L_{Aeq,Sub}$	25,7	19,7	16,1	10,5	5	1,6
$L_{10,Mix}$-$L_{90,Mix}$	21.4	19.9	18.6	13.5	8.9	4.0

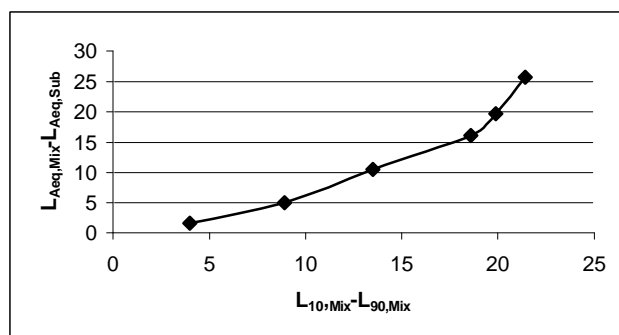
Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA

Figura 21 – Representação da Função *F*

Como pode ser observado na Figura 21 F e conseqüentemente $L_{Aeq,Sub}$ são somente conhecidos para alguns valores de $L_{10,Mix}$-$L_{90,Mix}$, como definido no estudo experimental.

Interpolando a função Φ é possível estimar o $L_{Aeq,\ Sub}$ para outros valores de $L_{10,Mix}$-$L_{90,Mix}$.

O processo de regressão e interpolação pode ser realizado através de uma rede neural artificial que irá representar a relação entre $L_{Aeq,Sub}$ e os índices estatísticos da mistura.

Como pode ser observado na Figura 21, os índices estatísticos $\boldsymbol{L_{1,Mix}}$, $\boldsymbol{L_{50,Mix}}$ e $\boldsymbol{L_{99,Mix}}$ também variam com a contribuição da SE. Assim a eficiência e a robustez da caracterização da contribuição sonora da SE para o ruído ambiental pode ser aumentada se estes índices estatísticos foram também utilizados. Neste caso uma relação mais geral é proposta entre o nível de pressão sonora equivalente contínuo ponderado em "A" produzido pela subestação ($L_{Aeq,Mix}$) e os níveis $L_{Aeq,Mix}$, $L_{1,Mix}$, $L_{10,Mix}$, $L_{50,Mix}$, $L_{90,Mix}$, $L_{99,Mix}$ da mistura .

$$L_{Aeq,Sub}=z(L_{Aeq,Mix}, L_{1,Mix}, L_{10,Mix}, L_{50,Mix}, L_{90,Mix}, L_{99,Mix})$$

Isto é, a caracterização da contribuição sonora pode ser realizada calculando a função z para os valores do nível de pressão sonora equivalente contínuo ponderado em "A", da SE, da mistura e dos índices estatísticos da mistura.

A função z pode ser determinada através de um método de regressão não linear. Neste Estudo de Caso a regressão é realizada através de uma rede neural.

6.3.2 Aplicativo – Rede Neural

Uma breve revisão de Redes Neurais Artificiais encontra-se no Apêndice 9.15. Para um maior aprofundamento no assunto o livro de HAYKIN (2001), citado nas referências bibliográficas, constitui-se em uma referência internacional.

A construção da rede para a determinação da função z consiste nas seguintes etapas:

a. escolha da arquitetura da rede;

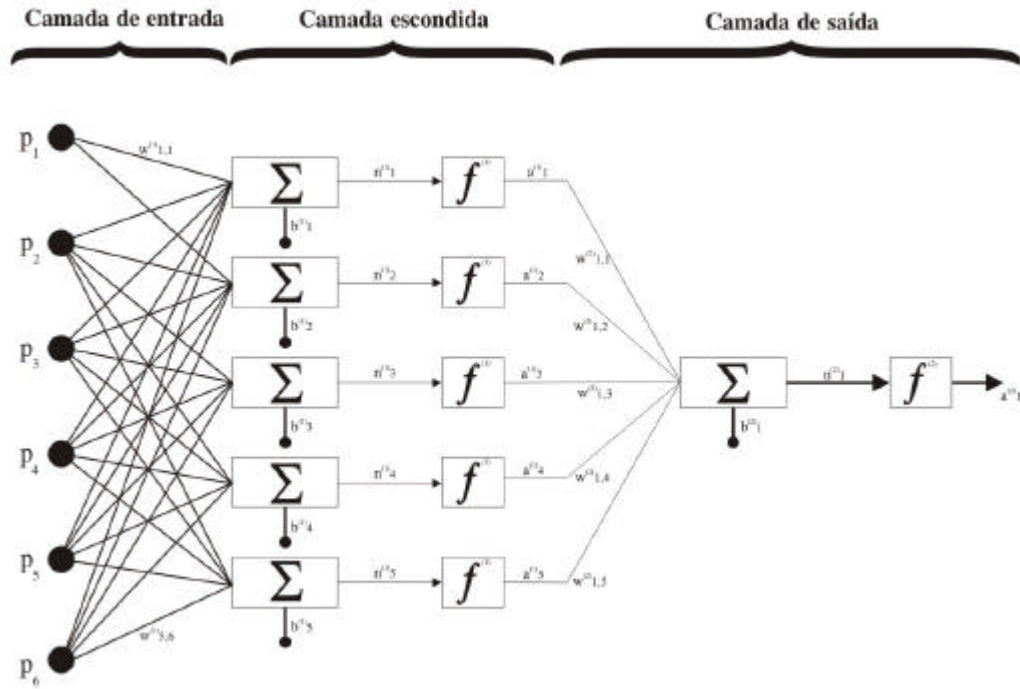
b. geração dos conjuntos de treinamento e teste da rede;

c. treinamento e teste da rede.

6.3.2.1 Seleção da Arquitetura

O ambiente computacional utilizado para o projeto e o treinamento da rede foi o Matlab Neural Network Toolbox (NNT).

A rede construída é uma *feedforward back-propagation* multicamada, a qual consiste de uma camada de entrada de seis unidades ($L_{Aeq,Mix}$, $L_{1,Mix}$, $L_{10,Mix}$, $L_{50,Mix}$, $L_{90,Mix}$, $L_{99,Mix}$), uma escondida com cinco unidades e uma de saída com apenas uma unidade ($L_{Aeq,Sub}$), totalizando quarenta e uma ponderações, como mostrado na Figura 22.

Para os neurônios da camada escondida utilizou-se uma função de ativação do tipo tangente hiperbólica ($f^{(1)}$) e uma sigmóide ($f^{(2)}$), para a camada de saída, uma vez que a rede envolve um mapeamento não linear.

Legenda: O vetopr de entrada {p} é {$L_{1,Mix}$, $L_{10,Mix}$, $L_{50,Mix}$, $L_{90,Mix}$, $L_{99,Mix}$, $L_{Aeq,Mix}$}. O vetor de ponderação é {w} = $w^{(i)}_{j,k}$; vetor bias é {b} = $b^{(i)}_{j}$; o vetor de entrada {n}=$n^{(i)}_{j}$ para a função neural $f^{(i)}$, e o vetor da camada de saída é {a} = $a^{(i)}_{j}$. Onde: i é o número da camada; j é o número do neurônio na camada i; k é o o número da função neuronal da camada de saída. A saída da rede é $a^{(2)}_{1}$, a qual representa $L_{Aeq,Sub}$.

Fonte: Elaboração própria

Figura 22 - Arquitetura Proposta – Rede Neural

6.3.2.2 Geração dos Conjuntos de Treinamento & Teste

A melhor generalização da rede ocorre quando o número de casos de treinamento é suficientemente grande e representativo do subconjunto de todos os conjuntos que se deseja generalizar.

Para aumentar artificialmente o conjunto de dados gerados no estudo experimental utiliza-se adicionar, para todos os níveis, uma constante, como a seguir é mostrado:

$$L_{Aeq,Mix}\ ,\ L_{1,Mix},\ L_{10,Mix},\ L_{50,Mix},\ L_{90,Mix},\ L_{99,Mix}\ ;\ L_{Aeq,Sub} \Rightarrow$$

$$L_{Aeq,Mix}+D\ ,\ L_{1,Mix}+D,\ L_{10,Mix}+D,\ L_{50,Mix}+D,\ L_{90,Mix}+D,\ L_{99,Mix}+D\ ;\ L_{Aeq,Sub}+D$$

Onde:

D é um valor constante em decibéis, escolhido de forma a representar grande parte dos casos de contribuição sonora possíveis. As constantes utilizadas foram: *D= 1; D= 2; D= 3; D= 4; D= 5; D= 6.* Isto permitiu que fossem gerados cento e vinte novos conjuntos, totalizando, incluindo os primários, cento e vinte e seis conjuntos. Deste total de casos obtidos, cento e dois foram selecionados para o treinamento e vinte e três para o teste da rede.

6.3.2.3 Treinamento & Teste

Para o treinamento e teste da rede neural, os níveis de ruído foram divididos por 100 para produzir valores na faixa [0,1].

Ambos, treinamento e teste, foram inicializados com os mesmos pesos randomicamente.

Na Figura 23 as curvas de erro do treinamento e do teste são apresentadas, respectivamente, por uma linha pontilhada e outra contínua.

O eixo x indica o número de passos de simulação (1000 épocas) e o eixo y o erro d resultante, após cada passo de simulação.

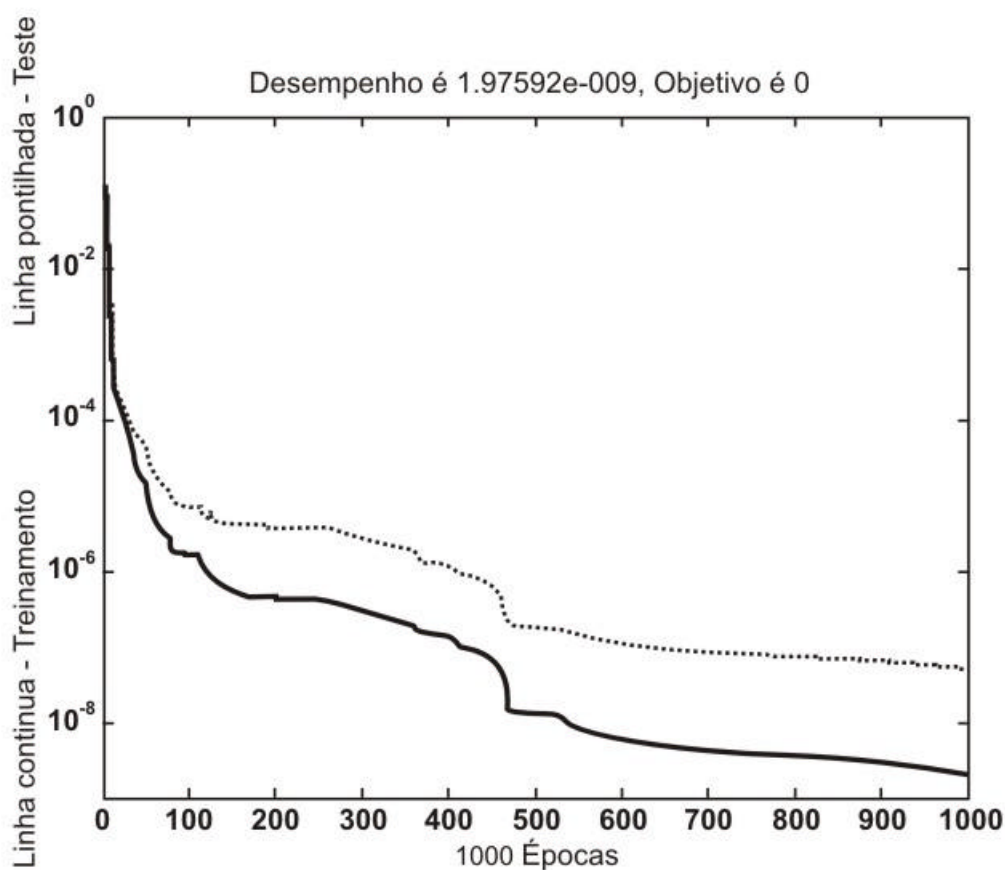
Como se pode observar na referida Figura 23 as curvas de treinamento e teste apresentam características de aprendizagem da rede: o erro decresce muito rapidamente e há um ponto de inflexão mostrando que o processo de otimização da rede está convergindo e que ela tem capacidade de generalização.

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA

Figura 23 – Curvas de Erro – Treinamento & Teste da Rede

6.4 Proposição da Metodologia

Uma metodologia prática de caracterização da contribuição sonora industrial para o ruído ambiental, utilizando índices estatísticos e redes neurais artificiais é apresentada.

Para a implementação da Metodologia, torna-se necessário ainda definir como devam ser obtidos os sinais simultâneos das duas fontes estudadas, assim como devam ser medidos os níveis de ruído $L_{Aeq,Mix}$, $L_{1,Mix}$, $L_{10,Mix}$, $L_{50,Mix}$, $L_{90,Mix}$, $L_{99,Mix}$, nos pontos onde a contribuição deve ser determinada.

Estes procedimentos constituem-se no que se denominou levantamento sonoro específico, descrito na seção seguinte (item 6.4.1). As etapas complementares da metodologia estão resumidas no item 6.4.2, denominado Geração de Dados e Treinamento & Teste da Rede.

6.4.1 Levantamento Sonoro Específico

- gravação simultaneamente dos sinais dos ruídos produzidos pelas fontes sonoras: estrada com tráfego esparso (fonte não estacionária) e indústria (fonte estacionária);
- medição dos níveis de ruído $L_{Aeq,Mix}$, $L_{1,Mix}$, $L_{10,Mix}$, $L_{50,Mix}$, $L_{90,Mix}$, $L_{99,Mix}$, em pontos nos quais a contribuição sonora necessita ser avaliada.

6.4.2 Geração de Dados e Treinamento & Teste da Rede

- ***Geração de dados***: a geração de dados está descrita no item 6.3.2.2. Ela será realizada mais rapidamente eletronicamente, em um computador. Se necessário, a partir dos dados gerados no estudo experimental, dados adicionais podem ser produzidos por adição ou subtração para todos os níveis de uma constante, de acordo com os passos já apresentados.
- ***Treinamento e teste da rede***;
- ***Determinação da contribuição*** da atividade industrial usando índices estatísticos e redes neurais. Os valores dos níveis $L_{Aeq,Mix}$, $L_{1,Mix}$, $L_{10,Mix}$, $L_{50,Mix}$, $L_{90,Mix}$, $L_{99,Mix}$, obtidos no levantamento de campo, são usados como dados de entrada da rede. A saída é uma estimativa da contribuição sonora da atividade ($L_{Aeq,Sub}$).

6.5 Análise dos Resultados

O Estudo de Caso apresentou uma metodologia prática, baseada em índices estatísticos e redes neurais, para caracterizar a contribuição sonora de uma atividade industrial

(representada por uma subestação elétrica) na presença do ruído de tráfego de uma estrada.

Esta metodologia consistiu em duas partes: um levantamento específico de ruído e um experimento em laboratório, o qual incluiu a construção de uma rede neural artificial.

Com relação ao levantamento existem algumas restrições: a gravação dos sinais das duas fontes só pode ser realizada se as duas fontes em questão forem suficientemente afastadas uma da outra. No caso onde a atividade industrial é muito próxima a estrada, não é possível obter o sinal puro do ruído desta atividade e o sinal gravado é contaminado pelo ruído de tráfego da estrada. Então será necessário estudar o efeito da contaminação dos sinais sobre a caracterização da contribuição.

Considerando a possibilidade de variação das propriedades do ruído de tráfego da estrada com o tempo, todas as medições e o sinal gravado têm que ser realizados simultaneamente, os quais podem ser feitos através da utilização de um sistema moderno de monitoração.

Com relação à parte experimental do Estudo, realizada em laboratório, os resultados obtidos mostram que a abordagem da rede neural pode ser utilizada para a determinação da contribuição sonora da subestação elétrica, em presença do ruído de tráfego da estrada.

Um dos problemas do uso desta abordagem é a necessidade de um grande número de dados necessários para treinar e testar a rede. Em função disto foi proposto um método para aumentar o número de conjunto de dados. Contudo um método mais apropriado consistiria na utilização de um computador para gerá-los eletronicamente.

A generalização dos resultados alcançados para outras fontes estacionárias próximas ao ruído de tráfego de uma estrada pode ser realizada somente com estudos complementares.

A metodologia pode ser aplicada para a determinação da contribuição de fontes sonoras utilizando-se outras métricas do ruído como, por exemplo, o Nível de Poluição Sonora proposto por ROBINSON.

Além dos resultados obtidos com a aplicação da metodologia houve uma evolução na compreensão da relação existente entre a contribuição sonora de uma atividade industrial e os índices estatísticos.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Esta tese partiu da hipótese de que há necessidade de reestruturar o ordenamento jurídico-institucional, a fim de conferir uma nova abordagem para o processo de gestão da poluição sonora no país. Atualmente a gestão se manifesta pela insuficiência e não efetividade de alguns instrumentos, além da ausência de ações coordenadas e estruturadas no âmbito de uma política pública. Esta situação é também provocada pela não priorização, notadamente no *portfolio* ambiental do enfrentamento da poluição sonora.

Para demonstrar esta hipótese, inicialmente foi delineado o cenário ("pano de fundo") no qual a problemática da poluição sonora ocorre – a cidade. Este inclui a descrição dos elementos morfológicos (canais de propagação do ruído) da cidade na suas diferentes escalas de apreensão do espaço urbano e dos instrumentos de planejamento e gestão urbana, notadamente, aqueles comumente utilizados nas cidades brasileiras.

Em seguida foram discutidos os conceitos e as abrangências para as expressões sustentabilidade, desenvolvimento sustentável, assentamentos urbanos sustentáveis e sustentabilidade urbana, além do conceito de cidades sustentáveis, visando mostrar a necessidade premente de se buscar a condição ou estado que permitirá a existência continuada do *homo sapiens*. Entretanto, a mera sobrevivência não é o objetivo. O que se deseja é viver em um ambiente que ofereça qualidade de vida.

A busca pela qualidade de vida nos assentamentos urbanos perpassa pela melhoria contínua da qualidade dos seus espaços. Um dos critérios de qualidades destes espaços é a sua qualidade acústica. Espaços urbanos com baixa qualidade acústica caracterizam-se pela presença de elevado nível de poluição sonora que se constitui não só em fonte de incômodo à população, mas, também, em um problema de saúde pública devido aos efeitos desencadeados, que contribui diretamente para a perda da qualidade de vida da população e a não sustentabilidade destes assentamentos.

Desta forma descreveu-se e caracterizou-se a poluição sonora urbana, identificando a sua cadeia – fonte, caminho e recepção. Para tal foram explicitadas as principais fontes de ruído urbano, as diferentes formas urbanas e suas relações com a ambiência sonora e os efeitos adversos à saúde humana – efeitos diretos ou efeitos primários (Ex: incômodo; interferências com a comunicação pela fala; etc.) e efeitos cumulativos ou efeitos secundários e terciários (Ex: estresse; risco de hipertensão e infarto; etc.). Observa-se que a poluição sonora causa também efeitos sócio-culturais, estéticos e econômicos (Ex: isolamento social; queda da qualidade acústica no entorno; e depreciação do valor dos imóveis), os quais não foram explicitados nesta tese. Ela afeta também adversamente futuras gerações, considerando a degradação dos ambientes residenciais, sociais e de aprendizagem.

Após esta descrição e caracterização da poluição sonora procedeu-se o levantamento do estado da arte da gestão da poluição sonora, apresentando um modelo de processo político de implementação de uma política de gestão da poluição sonora e medidas/instrumentos que podem ser adotadas num plano de ação, além do levantamento das experiências internacionais – a dos Estados Unidos da América e da Comunidade Européia. A primeira constitui-se em um exemplo de experiência negativa e, portanto, os erros cometidos foram identificados para que estes sejam evitados quando da implementação de uma política desta envergadura em nosso país. A segunda, um exemplo de experiência positiva tendo em vista que está sendo estruturada sobre base sólida de sustentação, na medida que congrega um grande número de partes interessadas na sua elaboração, há coordenação das atividades a serem desenvolvidas e são atribuídas responsabilidades em diversos níveis da esfera governamental, partindo-se do princípio da responsabilidade partilhada. Portanto, deve-se extrair dela aquilo que pode ser utilizado no contexto brasileiro, para aperfeiçoar o tratamento dado à questão de poluição sonora em nosso país. Ademais foi constituído um quadro legal comparativo dos requisitos legais e regulamentares entre as experiências do Brasil e da Comunidade Européia e do Brasil e da ISO, no que se refere, basicamente, aos procedimentos de descrição e de avaliação ruído ambiente em comunidades.

Outrossim, foi realizada uma contextualização da problemática da gestão da poluição sonora no Brasil, incluindo a discriminação dos instrumentos legais utilizados nesta

gestão. Dentre os instrumentos explicitados, destaca-se o Programa Silêncio, estabelecido em 1990, que foi uma iniciativa pioneira para lidar com o problema da poluição em nível nacional.

Realizou-se ainda uma comparação entre as legislações municipais relativas à poluição sonora e a Norma NBR 10151, a fim de verificar a existência de harmonização entre estes diplomas legais.

A partir da contextualização e das comparações realizadas anteriormente explicitadas pôde-se constatar resumidamente que:

- a poluição sonora vem aumentando, seja em cidades de maior ou menor porte;
- o número de reclamações por parte da população também é crescente;
- a poluição sonora não se encontra na pauta da Agenda Nacional de Meio Ambiente;
- os dados relativos à exposição sonora da população e ao conseqüente incômodo causado são ainda incipientes;
- a adoção de medidas de precaução e mitigação de poluição sonora não é sistematizada;
- a informação e a conscientização da população também é insuficiente;
- a maioria dos órgãos ambientais não está aparelhada (falta de capacitação técnica dos técnicos e de instrumentação de trabalho adequada);
- as pesquisas relacionadas à acústica ambiental no Brasil ainda são incipientes;
- os estudos de valoração econômica das externalidades causadas pelo ruído são raros;
- os atuais instrumentos de planejamento e gestão urbanos não levam em consideração, em sua maioria, o ruído;
- ações diferentes são tomadas nas três esferas (Federal, Estadual e Municipal), porém, não são coordenadas e estruturadas no âmbito de uma política pública;
- os dispositivos legais e normativos existentes não são harmonizados;
- os instrumentos legais são insuficientes e alguns deles inefetivos.

Em face do referencial teórico que permitiu concluir ser necessária a reestruturação do ordenamento jurídico e institucional e, portanto, verificar a pertinência da hipótese inicialmente formulada, foram propostos dois instrumentos de gestão de poluição sonora visando a sustentabilidade das cidades brasileiras, a saber:

- Política Pública de Gestão da Poluição Sonora (PGPS);
- Ferramenta de Caracterização da Contribuição da Emissão Sonora de Indústrias, utilizando Índices Estatísticos e Redes Neurais.

Observa-se que o primeiro instrumento proposto apresenta abordagem mais ampla e representa o caminho para a reestruturação do ordenamento jurídico e institucional preconizado nesta tese. O segundo, de caráter mais específico, apresenta uma nova ferramenta considerando-se a necessidade de ampliar a gama de instrumentos para a PGPS.

Desta forma as recomendações desta tese são apresentadas segundo estes dois instrumentos.

<u>Política Pública de Gestão da Poluição Sonora (PGPS)</u>

Para a Política de Gestão da Poluição Sonora, foram sumariados o objetivo, alguns princípios, fundamentos e diretrizes, além da indicação e recomendação de rotas possíveis do seu encaminhamento e de algumas ações visando a sua implementação.

A adoção de uma PGPS no Brasil tem por objetivo geral a redução dos níveis de poluição sonora nas cidades brasileiras e, conseqüentemente, a redução da exposição sonora e dos danos causados à saúde da população. Apesar de não ter sido ainda realizado levantamento da situação brasileira no que se refere aos efeitos adversos à saúde humana, pode-se dizer que, considerando-se o número de reclamações da população registradas nos órgãos ambientais e a experiência internacional, os danos causados à saúde da população brasileira devem ser consideráveis.

Assim sendo recomendou-se que o processo de formulação da política pública seja iniciado, o mais breve possível, com a elaboração de um documento referencial realizado por especialistas em acústica, cujo escopo encontra-se especificado no Capítulo 5, a ser submetido à apreciação do Ministério de Meio Ambiente (MMA), solicitando a sua participação e a liderança na condução no processo de elaboração da política que apresenta transversalidade e, portanto, envolve outros ministérios.

Por se tratar de assunto interministerial o MMA pode encaminhar o processo por meio de três caminhos distintos, descritos no item 5.1.2. O caminho sugerido nesta tese foi a instituição de um Grupo de Trabalho (GT), no âmbito da Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos (SQA), envolvendo representantes de Ministérios afetados, de Estados, de Municípios, de fabricantes de produtos, de ONG's, e Academia, entre outros, para o aprofundamento do documento de referência, a fim de se constituir um diagnóstico e a definição de proposta de PGPS.

Recomendou-se que o Grupo de Trabalho (GT) seja subdividido em subgrupos de trabalho (GTi), com escopos e objetivos similares aos da CE, a fim de subsidiar a formulação e implementação da política. Assim foram propostos oito GTs, como se segue:

- quatro GTs para tratar de aspectos relacionados à percepção da poluição sonora e abordagens indicadas:
    1. GT 1 – indicadores;
    2. GT 2 – avaliação da exposição sonora coletiva (mapas de ruído, computação e medição);
    3. GT 3 – aspectos de saúde e sócio-economia (Dose-Resposta); e
    4. GT 4 – ruído e vibrações no ambiente construído.

- quatro GTs para lidar com fontes de ruído:
    1. GT 5 – transportes rodoviário, aeronáutico e ferroviário;
    2. GT 6 - equipamentos utilizados no ambiente exterior;

3. GT 7 – indústria e comércio; e
4. GT 8 – entretenimento, lazer e templos religiosos.

Para cada um dos GTs foi sugerida a elaboração de Termos de Referência (TR) incluindo os objetivos, o escopo de trabalho e o cronograma para a realização de suas tarefas. Neste contexto foram especificados os produtos a serem apresentados e destacadas as importâncias dos mesmos. No entanto torna-se ainda necessário a definição de cronograma, recursos humanos e custos envolvidos para a realização de suas tarefas que dependerá do prazo previsto para a posta-em-ação da política.

Observa-se ainda que esta é uma proposta inicial que precisa ser discutida num fórum maior, objetivando o seu aperfeiçoamento, além de ser definida a estrutura do Sistema Nacional de Gestão da Poluição Sonora a ser instituído, identificadas as responsabilidades dos diferentes agentes governamentais e não governamentais a serem envolvidos e indicados os principais instrumentos de gestão a serem utilizados.

Recomendou-se, também, que a estratégia de implementação da política centrasse em duas abordagens principais, de conformidade com o adotado na Comunidade Européia, que são estas: a redução do ruído na imissão e na emissão sonora de fontes individuais.

Para a redução na imissão, conforme abordado no item 5.3.1 do Capítulo 5, recomendou-se a elaboração de Resolução do CONAMA relativa à avaliação e gestão do ruído ambiental (os artigos a serem considerados nesta Resolução estão especificados no item anteriormente citado), considerando os relatórios finais dos Grupos de Trabalho GT1, GT2 e relatórios parciais dos GT3 e GT4 e a Diretiva Européia 2002/49, com o objetivo de estabelecer uma estrutura comum no Brasil para a avaliação e gestão do ruído ambiental. Esta estrutura deve compreender, primeiramente, a harmonização de indicadores e métodos de medição e, em seguida, a elaboração de mapas estratégicos de ruído que utilizem estes indicadores e métodos, de forma a possibilitar a identificação da exposição sonora da população, e a implementação de planos de ação. Observa-se que a elaboração de mapas e a implementação de planos

deverão ser executadas pelos poderes municipal e estadual. Assim sendo é de fundamental importância o aparelhamento dos órgãos ambientais (capacitação técnica dos técnicos e adoção de instrumentação de trabalho adequada) nestas esferas.

Observa-se que a Resolução proposta é de fundamental importância, tendo em vista que a NBR 10151, remetida pela Resolução CONAMA 001/90, adota como indicador o nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}), que é um indicador básico adequado para lidar com queixas e situações não usuais, porém, é inadequado para situações de longo prazo, tais como o planejamento do uso do solo, zoneamento e atividades relacionadas com o controle de ruído e a implementação de uma política global de redução do número de pessoas afetadas pela poluição sonora. Não obstante, erroneamente essa norma está sendo utilizada tanto para lidar com queixas quanto para fins de planejamento.

Desta forma, pelo motivo exposto anteriormente, recomenda-se a revisão da NBR 10151, à luz da ISO 1996-1:2003. Recomenda-se, ainda, a revisão das legislações municipais, e que estas revisões ocorram após a elaboração de mapas estratégicos de ruído. Isto se deve ao fato que estes documentos estabelecem valores de níveis critérios limites associados ao zoneamento urbano e tais valores só devem ser estabelecidos após o conhecimento da emissão sonora das principais fontes de ruído urbano e da exposição sonora da população.

A adoção destes valores deverá ser discutida em fórum maior, a fim de definir se estes níveis deverão refletir um nível ótimo necessário à proteção da saúde humana, tendo em vista que este objetivo é improvável de ser alcançado, a curto e médio prazos, ou refletir um nível que não é ótimo, mas que possa ser atingido em face das diferentes condições tecnológicas, sócio-econômicas e políticas do país, associado a ações em longo prazo, visando o atendimento do nível ótimo. Esta é de fato uma decisão política.

Para a redução na emissão sonora de fontes individuais recomendou-se o desenvolvimento de Resoluções CONAMA relativas a emissão de fontes de ruído

urbano, considerando os documentos elaborados pelos GTs 5, 6, 7 e 8, conforme descritas no item 5.3.2 do Capítulo 5, envolvendo limites de emissão sonora para:

- contato pneus-estrada dos veículos;
- equipamentos/máquinas utilizados no exterior;
- fontes de tráfego ferroviário;
- embarcações de recreio;
- entretenimento, lazer e tempos religiosos.

Foi proposta também a ampliação da gama de aparelhos domésticos a serem abrangidos pela Resolução CONAMA 20/1994.

Propôs-se ainda a elaboração de Portaria do Ministério da Defesa relativa a tráfego aéreo, em conjunto com o MMA, estabelecendo regras gerais para lidar com os problemas de ruído no entorno dos aeroportos brasileiros, incluindo:

- redução no ruído emitido pelas aeronaves;
- medidas de planejamento e gestão da ocupação do solo no entorno dos aeroportos;
- procedimentos operacionais de redução do ruído;
- restrições de operação;
- taxação aeroportuária relativa ao ruído.

Outrossim, recomendou-se a elaboração de legislação que contemple diretrizes para a melhoria da qualidade acústica das edificações.

Para se por em prática estas duas abordagens torna-se ainda necessário a definição de mecanismos de implementação, equipe de suporte para o processo, mecanismos de controle e acompanhamento, procedimentos para a avaliação e revisão e custos envolvidos que não foram detalhados nesta tese. Observa-se que, com relação aos custos e recursos humanos, estes irão depender, respectivamente, das medidas de precaução e de mitigação a serem adotadas e do prazo para a implementação da PGPS e do número de especialistas existentes em acústica no Brasil e da vontade política das instituições envolvidas.

Adicionalmente, conforme reconhecido pela Comunidade Européia, a redução do ruído ambiental irá depender também da efetividade de um *portfolio* bem balanceado de pesquisas em emissão, propagação e imissão sonora e em percepção humana do ruído. Pesquisas em aspectos econômicos, como o aperfeiçoamento de métodos de avaliação de diferentes questões econômicas relacionadas ao custo do ruído (doenças, perda do sono e produtividade, efeitos sobre o preço das propriedades, etc.), também são importantes. Assim pode-se dizer que um programa coordenado de pesquisas em todos os campos é vital para a realimentação da política. Desta forma é de extrema importância a instituição dos Grupos de Trabalho (GTs), propostos no item 5.2.1 do Capítulo 5 desta tese, para dar suporte científico e técnico a formulação e a implementação da PGPS, que deve apresentar peculiaridades em função das variáveis climáticas e das condições sócio-econômicas do país.

Ressalta-se ainda a importância do trabalho a ser realizado pelo GT3 que tem por objetivos precípuos estabelecer descritores e relações dose-resposta para a avaliação dos efeitos da poluição sonora. Para o estabelecimento destas relações é preciso conhecer a exposição sonora da população brasileira e a resposta dos diferentes segmentos da população com relação a diferentes fontes de ruído que poderão ser realizadas por intermédio de mapeamento sonoro e de enquetes, respectivamente. Observa-se que estas relações são fundamentais para avaliar os efeitos do ruído sobre a população.

Uma boa oportunidade para a apresentação da estratégia brasileira para a implementação da Política de Gestão da Poluição Sonora – PGPS seria por ocasião da realização do Congresso Internacional sobre Engenharia de Controle de Ruído – INTERNOISE, em agosto de 2005, na cidade do Rio de Janeiro. Ressalta-se que este evento se realizará pela primeira vez no Brasil, em função do reconhecimento da Sociedade Brasileira de Acústica (SOBRAC) no cenário internacional.

Isto se justifica pelo fato de possibilitar chamar a atenção e mobilizar a opinião pública para o tema. É de fundamental importância a conscientização da população e dos tomadores de decisão, em diferentes níveis governamentais, de que a poluição sonora é um agente poluente do meio ambiente que necessita e pode ser gerido e que sua gestão

não pode se limitar ao poder local, uma vez que há determinados problemas que devem ser geridos em outras esferas governamentais.

Observa-se finalmente que a gestão da poluição sonora deve procurar preservar os valores sócio-culturais do país, por intermédio de uma conciliação entre as manifestações destes valores e a necessidade de silêncio em áreas residenciais, visando a saúde da população.

Ferramenta de Caracterização da Contribuição da Emissão Sonora de Indústrias, utilizando Índices Estatísticos e Redes Neurais

Conforme dito anteriormente, torna-se necessário também a ampliação da gama de instrumentos a serem adotados pela PGPS. Assim sendo, apresentou-se uma proposição de uma nova ferramenta metodológica prática de caracterização da contribuição sonora industrial para o ruído ambiental, partindo da hipótese que é possível caracterizar as contribuições sonoras de duas fontes, sendo uma estacionária e outra não estacionária, utilizando índices estatísticos e redes neurais. Esta ferramenta foi proposta considerando-se que um dos pontos cruciais no processo de avaliação da exposição sonora da população, enfrentado pelos técnicos da fiscalização da emissão de ruído por fontes fixas, pelos consultores e pelos cientistas em acústica ambiental, mediante a presença de múltiplas fontes de ruído em ambiente urbano, é a caracterização da contribuição de emissão sonora destas fontes.

Ressalta-se aqui a importância da modelagem computacional como instrumento de auxílio à tomada de decisão. Desta forma, recomendou-se a capacitação das instituições responsáveis pela fiscalização no que diz respeito à utilização desta ferramenta.

A ferramenta foi demonstrada por intermédio de um estudo de caso envolvendo fontes de ruído quase-estacionário e não-estacionário, a saber: uma subestação elétrica de média voltagem – 230 kV (fonte de ruído quase-estacionária), representada por um grande transformador (freqüência de 100 Hz) e uma estrada de alta velocidade e tráfego esparso, produzindo um ruído altamente flutuante no tempo.

A metodologia proposta consiste na realização das seguintes atividades:

1. Levantamento Sonoro Específico

- gravação simultânea dos sinais dos ruídos produzidos pelas fontes sonoras: estrada com tráfego esparso (fonte não estacionária) e indústria (fonte estacionária);
- medição dos níveis de ruído $L_{Aeq,Mix}$, $L_{1,Mix}$, $L_{10,Mix}$, $L_{50,Mix}$, $L_{90,Mix}$, $L_{99,Mix}$, em pontos nos quais a contribuição sonora necessita ser avaliada.

2. Experimento em Laboratório

2.1 Geração de Dados e Treinamento & Teste da Rede

- Geração de Dados – Realizada eletronicamente, em computador. Dados adicionais (+ ou – de uma constante para todos os níveis);

2.2 Treinamento e teste;

2.3 Determinação da Contribuição Sonora.

Entretanto, existem restrições impostas tanto as atividades de campo quanto as de laboratório, como a seguir explicitadas:

1. Levantamento Sonoro Específico

- gravação dos sinais das duas fontes só pode ser realizada se as duas fontes são afastadas suficientemente. Caso contrário, necessário estudar o efeito da contaminação dos sinais sobre a caracterização;
- todas as medições e os sinais gravados têm que ser realizados simultaneamente (sistema moderno de monitoração).

2. Experimento em Laboratório

- necessidade de um grande número de dados para treinar e testar a rede.

Apesar das restrições anteriormente descritas, os resultados do experimento numérico (ver Figura 23 - Curvas de Erro – Treinamento & Teste da Rede) corroboram a hipótese de que é possível separar contribuições de fontes de ruído, utilizando índices estatísticos e redes neurais.

No entanto, torna-se ainda necessário testar a metodologia na prática e realizar pesquisas adicionais que se constituíram em trabalhos futuros a serem realizados, a fim de verificar:

- possibilidade de generalização dos resultados alcançados para outras fontes estacionárias próximas ao ruído de tráfego de uma estrada;
- aplicação a outras situações (Ex: ruído aeronáutico *vs* ruído de tráfego de uma estrada);
- aplicação, utilizando outras métricas de avaliação do ruído (Ex: Nível de Poluição Sonora – NLP, proposto por ROBINSON, apresentado no Capítulo 6).

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, 1983. NBR 7731 NB 616, de fevereiro de 1983. Guia para a execução de serviços de medição de ruído aéreo e avaliação de seus efeitos sobre o homem.

___, 1987 a. NBR 10152, de julho de 1987. Acústica – Medição e avaliação de ruído em ambientes internos.

___, 2000a. NBR 10151, de junho de 2000. Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade – Procedimento.

___, 2004. Acústica – Medição e Avaliação de ruído em Ambientes Internos. Projeto 02:135.01-005. Março/2004.

ABRAMOVAY, R., 2000, Funções e medidas da ruralidade no desenvolvimento contemporâneo. In: Texto para discussão no. 702, jan. FEA/USP.

AKKERMAN, S., VECCI, M. A. M., PAULA, M. A. R., 2000. “Barreiras Acústicas em Rodovias: Estudo de Caso da Barreira Protótipo da Rodovia Bandeirantes”. XIX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica. UFMG, Belo Horizonte, 15 a 19 de abril.

ALBERTI, 1997. Sustentabilidade e Gestão Ambiental Urbana.

ALVA, E. N.,1997. “Metrópoles (In)sustentáveis”. Rio de Janeiro: Relume Dumará.

ANDRADE, S. M. M., 2004. *Metodologia para a avaliação de impacto ambiental sonoro da construção civil no meio urbano.* Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

ARACAJÚ. Lei Nº 2410/96, de 1996. Dispõe sobre medidas de combate a poluição sonora e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília.

ARAÚJO, M. A. N., 2000a. “Controle de ruído ambiental no Brasil”. Laboratório de Ensaios Acústicos. INMETRO-Brasil.

___, M. A. N., 2000b. “Etiquetagem sonora de eletrodomésticos”. Laboratório de Ensaios Acústicos. INMETRO-Brasil.

BANCO MUNDIAL, 1999. A strategic view of urban and local government issues: implications for the bank. Disponível: <http://www.worldbank.org/html/fpd/urban/strategy/titletoc.pdf> Acesso em: 13/12/2003.

___, 2000. Cities in transition: world bank urban and local government strategy. Disponível em: <http://www.worldbank.org/html/fpd/urban/publicat/cities_in_transition_full.pdf> Acesso em: 13/12/2003

BEATRIZ, A., 2002. Poluição sonora piora o ambiente urbano. Disponível em: <http://www.comciencia.br/reportagens/cidades/cid12.htm> Acesso em: 16/01/2004

BELÉM. Lei Nº 7990, de 10 de janeiro de 2000. Dispõe sobre o controle e o combate à poluição sonora no âmbito do Município de Belém. Diário Oficial da União, Brasília.

BELO HORIZONTE. Lei 4253, de 4 de dezembro de 1985. Dispõe sobre a política de proteção do controle e da conservação do meio ambiente e da melhoria da qualidade de

vida no Município de Belo Horizonte. Diário Oficial da União, Brasília.

___. Lei 8.204, de 25 de julho de 2001. Dispõe sobre o monitoramento da poluição sonora. Diário Oficial da União, Brasília.

___. Portaria SCOMURBE 11, de 07 de junho de 2002. Designa Grupo de Trabalho para estabelecer normas e procedimentos sobre a poluição sonora referente a ruído e vibração. Diário Oficial da União, Brasília.

BERANEK, L. L., 1971. Noise and vibration control. Mc Graw – Hill Vbook Company, New York.

BEZERRA, M. C., 2000. *Construindo a Agenda 21 Brasileira.* Fórum Permanente para o Desenvolvimento do Brasil, Brasília.

BIODINÂMICA – Engenharia e Meio Ambiente, 2000. EIA/RIMA UTE Cabiúnas.

BOA VISTA - Lei Nº 18/74, de 21 de agosto de 1974. Dispõe sobre o Código de Postura da Prefeitura Municipal de Boa Vista e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília.

BRASIL, 1986. Lei Nº 7565, de 19 de dezembro de 1986. Dispõe sobre o código brasileiro da aeronáutica. Diário Oficial da União, Brasília.

___, 1987. Portaria nº.1141/GM5, de 8 de dezembro de 1987. Dispõe sobre Zonas de Proteção e Aprova o Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos, o Plano Básico de Zoneamento de Ruído, o Plano Básico de Zona de Proteção de Helipontos e o Plano de Zona de Proteção de Auxílios à Navegação Aérea e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, Seção I, de 9 de dezembro de 1987.

___, 1988. Constituição Federal. Diário Oficial da União, Brasília.

___, 1990a. Resolução CONAMA 001/90, 8 de março de 1990. Dispõe sobre a emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. Diário Oficial da União, Brasília, 2 de abril de 1990.

___, 1990b. Resolução CONOMA 002, 8 de março de 1990. Institui o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora "Silêncio" coordenado pelo IBAMA. Diário Oficial da União, Brasília, 2 de abril de 1990.

___, 1993a. Resolução CONAMA 002, de 11 de fevereiro de 1993. Estabelece, para motocicletas, motonetas, triciclos, ciclomotores, bicicletas com motor auxiliar e veículos assemelhados, nacionais e importados, limites máximos de ruído com o veículo em aceleração e na condição parado. Diário Oficial da União, Brasília, 15 fev. 1993.

___, 1993b. Resolução CONAMA Nº 008, de 31 de agosto de 1993. Institui, em caráter nacional, o PROCONVE, estabelecendo limites máximos de emissão de poluentes para os motores destinados a veículos pesados novos, nacionais e importados. Diário Oficial da União, Brasília, 31 dez. 1993.

___, 1993c. Resolução CONAMA 001, de 11 de fevereiro de 1993. Estabelece, para veículos automotores nacionais e importados, exceto motocicletas, motonetas, triciclos, ciclomotores, bicicletas com motor auxiliar e veículos assemelhados, limites máximos de ruído com o veículo em aceleração e na condição parado. Diário Oficial da União, Brasília, 15 fev. 1993.

___, 1993d. Resolução CONAMA Nº 006, de 31 de agosto de 1993. Estabelece prazo para os fabricantes e empresas de importação de veículos automotores disporem de

procedimentos e infra-estrutura para a divulgação sistemática, ao público em geral, das recomendações e especificações de calibração, regulagem e manutenção do motor, dos sistemas de alimentação de combustível, de ignição, de carga elétrica, de partida, de arrefecimento, de escapamento e, sempre que aplicável, dos componentes de sistemas de controle de emissão de gases, partículas e ruído. Diário Oficial da União, Brasília, 1 ago. 1993.

___, 1993e. Resolução CONAMA Nº 007, de 31 de agosto de 1993. Define as diretrizes básicas e padrões de emissão para o estabelecimento de Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso - I/M. Diário Oficial da União, Brasília, 31 dez. 1993.

___, 1994a. Portaria nº. 13/GM5, de 5 de janeiro de 1994. Diário Oficial da União, Brasília.

___, 1994b. Resolução CONANA Nº 020, de 07 de dezembro de 1994. Institui o Selo Ruído, como forma de indicação do nível de potência sonora, medido em decibel - dB (A), de uso obrigatório a partir desta Resolução para aparelhos eletrodomésticos, que venham a ser produzidos, importados e que gerem ruído no seu funcionamento. Diário Oficial da União, Brasília, 30 dez. 1994.

___, 1995. Resolução CONAMA Nº 017, de 13 de dezembro de 1995. Ratifica limites máximos de ruídos de veículos. Diário Oficial da União, Brasília, 29 dez. 1995.

___, 1997a. Resolução CONAMA Nº 230, de 22 de agosto de 1997. Proíbe o uso de equipamentos que possam reduzir a eficácia do controle de emissão do ruído e poluentes. Diário Oficial da União, Brasília, 26 ago. 1997.

___, 1997b. Lei Nº 9503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Diário Oficial da União, Brasília.

___, 1999a. Resolução CONAMA Nº 252, de 01 de fevereiro de 1999. Estabelece limites máximos de ruídos de poluentes e ruído emitido por veículos automotores entre os Estados Partes do MERCOSUL. Diário Oficial da União, Brasília, 11 jan. 1999.

___, 1999b. Portaria nº.717/GC-5, de 4 de novembro de 1999. Diário Oficial da União, Brasília.

___, 1999c. Portaria no. 229/DAC, de 17 de maio de 1999. Padrões de ruído – certificado de homologação de tipo. Diário Oficial da União, Brasília.

___, 1999d. Resolução CONAMA No 256, de 30 de junho de 1999. Aprova a inspeção de emissão de poluentes e ruídos. Diário Oficial da União, Brasília, 22 jul. 1999.

___, 2000a. Resolução CONAMA Nº 272, 14 de setembro de 2000. Estabelece, para veículos automotores nacionais e importados, exceto motocicletas, motonetas, ciclomotores, bicicletas com motor auxiliar e veículos assemelhados, limites máximos de ruído com o veículo em aceleração. Diário Oficial da União, Brasília, 10 jan. 2001.

___, 2000b. Resolução CONAMA Nº 268, 14 de setembro de 2000. Altera a Resolução CONAMA no. 02, de 11 de fevereiro de 1993. Diário Oficial da União, Brasília, 11 dez. 2000.

___, 2001. Lei Nº 10527, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade. Diário Oficial da União, Brasília.

___, 2002, Presidência da República. Manual de Redação da Presidência da República, Brasília. 2ª. Edição revista e atualizada.

___, 2002j. Avaliação Ambiental Estratégica. MMA/SQA, Brasília.

___, 2003a. MMA. A Agenda 21 Local. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/se/agen21/> Acesso em: março, 2004.

___, 2003b. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. PPA/2004/2007 – Órgão/Programas/Objetivo. Disponível em: <http://www.planobrasil.gov.br/emconstrução/pdf/Rel_OrgaoPropgramas.pdf> Acesso em: 13/12/2003.

___, 2003c. Ministério das Cidades. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/index_MCIDADES.htm> Acesso em: 12/12/2003.

___, 2003d. MMA. Vamos Cuidar do Brasil Fortalecendo o Sistema Nacional de Meio Ambiente, Brasília.

___, s.d.a. MMA. O que é Agenda 21 Brasileira. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/se/agen21/ag21bra/corpo.html> Acesso em: 17/06/2002.

___, s.d.b. MMA. Agendas 21 locais – Iniciativas estaduais, regionais e municipais. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/se/agen21/ag21locais/saopaulo.html> Acesso em: 17/06/2002.

___, s.d.c. MMA. Agendas 21 locais – Iniciativas estaduais e regionais. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/se/agen21/ag21locais/minas.html> Acesso em: 17/06/2002.

___, s.d.d. MMA. Agendas 21 locais – Iniciativas estaduais e regionais. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/se/agen21/ag21locais/vitoria.html> Acesso em: 17/06/2002.

___, s.d.e. MMA. Agendas 21 locais – Iniciativas estaduais e regionais. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/se/agen21/ag21locais/rondonia.html> Acesso em: 17/06/2002.

___, s.d.f. MMA. Agendas 21 locais – Iniciativas estaduais e regionais. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/se/agen21/ag21locais/riodejaneiro.html> Acesso em: 17/06/2002.

___, s.d.g. MMA. Agendas 21 locais – Iniciativas estaduais e regionais. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/se/agen21/ag21locais/maranhao.html> Acesso em: 17/06/2002.

___, s.d.h. MMA. Agendas 21 locais – Iniciativas estaduais e regionais. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/se/agen21/ag21locais/pernambuco.html> Acesso em: 17/06/2002.

___, s.d.i. MMA. Agendas 21 locais – Iniciativas estaduais e regionais. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/se/agen21/ag21locais/stacatar.html> Acesso em: 17/06/2002.

___. Lei N.º 9.605, de 13 fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília.

CAMPO GRANDE. Lei Nº 08, de 28 de março de 1996. Altera dispositivos da Lei Nº 2909, de 28 de julho de 1992 – Código de polícia administrativa do Município de Campo Grande-MS, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília.

CE, 1979. Diretiva 80/51/CE, de 20 de dezembro de 1979, relativa à limitação de emissão sonoras de aeronaves subsônicas.

___, 1986. Diretiva 86/594/CE, de 1 de Dezembro de 1986, relativa ao ruído aéreo emitido pelos aparelhos domésticos.

___, 1989. Diretiva 89/629/CE, de 4 de dezembro de 1989, relativa à limitação das emissões sonoras dos aviões civis supersônicos a reação.

___, 1992a. Diretiva 92/97/CE, de 10 de novembro de 1992, altera a Diretiva 70/157/CEE.

___, 1992b. Diretiva 92/14/CE, de 2 de março de 1992, relativa à limitação da exploração dos aviões que dependem do anexo 16 da Convenção relativa Aviação Civil Internacional, vol. 1, segunda parte, cap. 2, segunda edição (1988).

___, 1995. Em Direção a um Desenvolvimento Sustentável. Programa da Comunidade Européia de Política e Ação em Matéria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

___, 1996a. *Cidades Européias Sustentáveis – Relatório*. Grupo de peritos sobre o ambiente urbano, Bruxelas, março de 1996.

___, 1996b. Diretiva 96/48/CE, de 23 de julho de 1996, relativa à interoperabilidade da rede européia de alta velocidade.

___, 1996c. Futura Política de Ruído – Livro Verde da Comissão Européia.

___, 1996d. Diretiva IPPC – Prevenção e Controle Integrado de Poluição.

___, 1997. Diretiva 97/24/CE, de 17 de junho de 1997, relativa a determinados elementos ou características dos veículos a motor de duas ou três rodas.

___, 2000a. Position paper on EU noise indicators. Disponível em: <http://europa.eu.int/comm/environment/noise/noiseindicators.pdf. Acesso em: 23/01/2004.

___, 2000b. Diretiva 2000/14/CE, de 8 de maio de 2000, relativa à aproximação das legislações dos Estados-membros em matéria de emissões sonoras para os ambientes dos equipamentos para utilização no exterior.

___, 2000c. A Política de Ruído da União Européia – Ano 2 (1999-2000) – Melhoramento do Ambiente Urbano e Contribuição para a Sustentabilidade Global.

___, 2000d. COM (2000) 468, de 2000. Proposta de diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente.

___, 2001a. Diretiva 2001/43/CE, de 27 de junho de 2001, altera a Diretiva 92/23/CEE.

___, 2001b. COM (2001) 74, de 2001. Proposta de diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à criação de um quadro comunitário de classificação das emissões sonoras das aeronaves civis supersônicas para fins de cálculo das taxas sobre o ruído.

___, 2001c. Diretiva 2001/16/CE, de 19 de março de 2001, relativa a interoperabilidade do sistema ferroviário transeuropeu convencional.

___, 2001d. Posição sobre orientações para aplicação da Diretiva 2000/14/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa a aproximação das legislações dos Estados-

Membros em matéria de emissões sonoras para o ambiente dos equipamentos para a utilização no exterior.

___, 2002a. Diretiva 2002/49/CE, de 25 de junho de 2002, relativa à avaliação do ruído ambiente – Declaração no Comitê de Conciliação da diretiva relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente.

___, 2002b. Diretiva 2002/30CE, de 26 de março de 2002, relativa ao estabelecimento de regras e procedimentos para a introdução de restrições de operação relacionadas com o ruído nos aeroportos comunitários.

___, 2002d. Decisão da Comissão 2002/735/CE, de 30 de maio de 2002, relativa à especificação técnica de interoperabilidade (ETI) para o subsistema “material circulante” do sistema ferroviário transeuropeu de alta velocidade.

___, 2002e. Comissão Européia. European Commission Research Directorate-General. EUR 20436. Research for a Quieter Europe. July 2002.

___, 2002f. Comissão Européia, 2002. Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance. Disponível em: <http://europa.eu.int/comm/environment/noise/noise_expert_network.pdf> Acesso em: 13/12/2003.

___, 2002g. Decisão da Comissão 2002/732/CE, de 30 de maio de 2002, relativa à especificação técnica de interoperabilidade para o sub-sistema de “infra-estrutura” do sistema ferroviário transeuropeu de alta velocidade.

___, 2003a. Diretiva 2003/44/CE, de 16 de Junho de 2003, altera a Diretiva 94/25/CE.

___, 2003b. COM (2003) 524, de 29 de agosto de 2003. Proposta de diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à regulação da exploração dos aviões que dependem do Anexo 16 da Convenção relativa à Aviação Civil Internacional, vol. 1, 2a. parte, cap. 3, 2a. edição (1988).

___, s.d. Noise. Disponível em: <http://europa.eu.int/comm/environment/noise/home.htm> Acesso em: 26/02/2004.

CETUR – Centre d'etudes dês transports urbains, 1981. Bruit et Formes Urbaines.

CHESHIRE, P. C., HAY, D. G. 1989, Urban Problems in Western Europe: An Economic Analysis. London: Unwin Hyman.

CHRISTOFOLETTI, A., 1993. *Impactos no meio ambiente ocasionados pela urbanização no mundo tropical*. Natureza e Sociedade de Hoje – Uma Leitura Geográfica, São Paulo: Hocitec/Anpur.

CIB, UNEP – IETC. Agenda 21 for sustainable constructions in developing countries – A discussion document. World Summit on Sustainable Development, Johannesburg, África do Sul, setembro/2002.

Cidade Sofre com Poluição Sonora. Diário do Vale Online – Cidades, Volta Redonda, 6 de janeiro de 2004. Disponível em: <http://www.diarioon.com.br/arquivo/3196/cidade/cidade-1548.htm> Acesso em: 6/01/2004.

CMMAD - Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1988. Nosso Futuro Comum. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas.

CNI, 2002. Industria sustentável Rio +10: balanço e perspectivas, Brasília.

COOMES, J., FRICKE, F. R., 2001. “The predictions of wall sound insulation using neutral networks”. Building Acoustics 8, pp.175-191.

COSTA, A. B. B., “Ruído aeronáutico – aspectos institucionais”. Seminário Internacional de Proteção Ambiental em Aeroportos, INFRAERO, Rio de Janeiro, Brasil, 29 de maio de 2002.

COSTA, F. L., CASTANHAR, J. C., 2003. Avaliação de programa públicos: desafios conceituais e metodológicos, RAP, Rio de Janeiro.

CURITIBA. Lei Nº 8.583, de 2 de Janeiro de 1995. Dispõe sobre ruídos urbanos e proteção do bem estar e do sossego público. Diário Oficial da União, Brasília.

Daí, Y., et al, 2003. “Subjective response simulation of brake squeal noise aplying neural network approach”. Noise Control Eng. J. 51, pp.50-59.

DEL RIO, V.; GALLO, H., 2000, O legado do urbanismo moderno no Brasil. Paradigma realizado ou projeto inacabado? Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/bases/texto023.asp> Acesso em: 7/1/2004.

DE MARCHI, I. H., 2001. Princípios Fundamentais do Direito Ambiental. Disponível em: <http://www.ecoambiental.com.br/mprincipal/principios.htm> Acesso em: 26/02/2004.

DIN, s.d. Departamento de Informática. Universidade Estadual de Maringá. Inteligência Artificial – Sistemas Especialistas. Introdução. Disponível em: <http://din.uem.br/ia/especialistas/introdu.html> Acesso em: 06/01/2004

DISTRITO FEDERAL. Lei Nº 1065, de 6 de maio de 1996. Dispõe sobre normas de preservação ambiental quanto a poluição sonora e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília.

FEEMA, 2002. Relatório sintético no que diz respeito às medições de ruído veicular.

FIORINI, A. C., 2002, "Percepção da fala". XX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica - SOBRAC, Rio de Janeiro, Brasil, 21-24 de outubro.

FLINDELL, I. H., MACKENZIE, A . R., 2000. Na inventory of current european methodologies and procedures for environmental noise management. Disponível em: <http://www.npl.co.uk/acoustics/publications/pdf/eeaihfreport.pdf> Acesso em: 31/10/2003.

FLORIANÓPOLIS, 1999. Lei Complementar CMF Nº 003/99. Dispõe sobre ruídos urbanos e proteção do bem estar e do sossego público. Diário Oficial da União, Brasília.

FORTALEZA. Lei Nº 8097, de 2 de dezembro de 1997. Dispõe sobre medidas de combate a poluição sonora e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília.

Fórum Brasileiro de Organizações não Governamentais e Movimentos Sociais para o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Brasil século 21 a sustentabilidade que queremos. Campo Grande, Brasil, dezembro/2003. Disponível em: <http://www.biodiversidadla.org/article/articleview/4031/1/15/>

FREISLEBEN, B., et al., s.d. Blind separation of acoustic signals a neural network. Disponível em: <http://www.math.unimuenster.de/math/inst/info/u/flyer/research/insbruck.html> Acesso em: 27/10/2003.

GAPI-UNICAMP, 2002. Metodologia de análise de políticas públicas., São Paulo.

GRDC - The Global Development Research Center, s.d. Introduction: Urban Environmental Management. Disponível em: <http://www.gdrc.org/uem/doc-intro.html> Acesso em: 17/06/2002.

HABITAT, 2001a. Global Report on Human Settlements 2001. Disponível em: <http://www.unhabitat.org/>Acesso em: 27/05/2002.

___, 2001b. United Nations Centre for Human Settlements. The State of the World's Cities Report 2001, New York, 6-8 de junho de 2001. Disponível em: <http://www.unhabitat.org/Istanbul+5/statereport.htm> Acesso em: 27/05/2002

HAMMOND, A., ADIRAANSE, A., RODENBURG, E., et all, 1995. Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environm,ental policy performance in the context of sustainable development. World Resources Institute, Washington, DC.

HAROUEL, JEAN-LOUIS, 1990, História do urbanismo. Campinas, São Paulo, Papirus.

HAYKIN, S., 2001, Redes Neurais: princípios e prática. 2 ed. Porto Alegre, Bookman.

HEDE, A. J., 1998. Environmental noise regulation: a public policy perspective, In N. L. Carter and R. F. S. Job (eds.) Noise as a Public Health problem Noise Effects ’98 PTY Ltda, Sydney, Australia, Vol.2, pp 687-96.

HESSLER JUNIOR, G. F., 2000, “Controlling noise impact in the community from power operations – recommendations for ambient measurements”, Noise Control Engineering Journal, v. 48, n. 5 (set/out), pp. 141-150

HMMH, 1995. Transit noise and vibration impact assessment final report. Disponível em: <http://www.hmmh.com/rail_manuals01fta.html> Acesso em: 12/11/2003.

IAC, 2000. Apostila de curso de ruído aeroportuário.

IANET, s.d. Inteligência Artificial. Redes Neurais. Disponível em: <http://lokall.com/ianet/redneuro.htm> Acesso em: 12/01/2004.

IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1998. XI recenseamento geral do Brasil: manual de delimitação dos setores 2000. Rio de Janeiro.

ICAO, 1988. Normes et Pratiques Recommandées Internationales. Protection de l’environnement. Annex 16. Deuxième édition.

ICLEI – International Council for Local Environmnet Initiatives, 2002. Disponível em: <http://www.iclei.org>

ISO, 1996. ISSO 1996-1, de 1 de agosto de 2003. Acústica – Descrição, medição e avaliação do ruído ambiental – Parte 1: Grandezas fundamentais e procedimentos de avaliação.

ISO, 1998. ISO 362/1998. Acoustics – Measurement of noise emitted accelerating road vehicles – Engineering method.

ISO, 2000. ISO/TC59/SC3: "Building construction-sustainable buildings-sustainability indicators". Annex 1 to N 450.

ISO, 2003. ISO 1996-1:2003 Acoustics – Description and measurement of environmental noise. Part 1: Basic quantities and procedures.

JUIZ DE FORA, 1998. Prefeitura de Juiz de Fora. Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora. Disponível em: <http://www.pjf.mg.gov.br> Acesso em: 13/12/2003

JUNQUEIRA, M. B., 1999, *A Informação Ambiental como Instrumento para o Desenvolvimento Sustentável das Cidades: um Manual para a sua Produção*. Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

LAMAS, J. M. R. G., 1993, Morfologia Urbana e Desenho da Cidade. Lisboa, Calouste Gulbekian.

LANG, W., 2001, "Is a noise policy a global, or is it a local issue?", Noise Control Engineering Journal, v. 49, n.4 (Jul/Aug), pp. 155-158.

LA ROVERE, E., 2001, Apostila de curso MMA.

LYNCH, K., 1982, A imagem da cidade. EUA.

KIHLMAN, T., KROPP, W., 2001, “City traffic noise-a local or a global problem?” INCE, vol 49, n 4 (jul/aug).

MACEIÓ. Lei Nº 4956, de 07 de janeiro de 2000. Disciplina o funcionamento de estabelecimentos comerciais que causam poluição sonora e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília.

MACLEOD, D., Post-modernism and Urban Planning. Planning & Environmental Information, Canadá, 12 de setembro de 1996. Disponível em: <www3.sympatico.ca/david.macleod/POMO.HTM> Acesso: 12/01/2004.

MAIA, M. A. L., SATTLER, M. A., 2003, Contribuição ao mapeamento do ruído urbano na Cidade de Porto Alegre. NORIE - UFRGS, Rio Grande do Sul, Brasil.

Managing policy for a sustainable society – 006E. Vromraad, 1988. Disponível em: <http://www.vromraad.nl/engels/adviezen/download/a006e.pdf> Acesso em: 10/02/2004

MANAUS. Lei Nº 605, de 24 de julho de 2001. Institui o Código Ambiental do Município de Manaus e dá outras providências.

MELO, M. A. B., SILVA P. L. B., 2000. O processo de implementação de políticas públicas no Brasil: características e determinantes da avaliação de programas e projetos, NEPP-UNICAMP, São Paulo.

MESQUITA, M., Poluição Sonora Gera Conflito em Ipojuca. Folha de Pernambuco, Grande Recife. Disponível em: <http//www.folhape.com.Br/hoje/2712grecife-02.asp> Acesso em: 6/01/2004.

MIRANDA, R., Promotor quer acabar com poluição sonora em Codó. Ministério Público do Maranhão, São Luís. Disponível em: <http://www.pgj.ma.gov.br/not.asp?Not=1149> Acesso em: 6/1/2004.

NATAL. Lei Nº 66, de 15 de setembro de 1978. Dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no Município e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília.

NAVRUD, S., 2002, *The State-of-the-Art on Economic Valuation of Noise*. Final Report to European Commission DG Environment.

NELSON, P. M., Transportation noise reference book. Butterworth & Co. (Publishers) Ltda, 1987.

NIEMEYER, M. L. A., 1998, Ruído Urbano e Arquitetura em Clima Tropical-Úmido. Tese de M.Sc, FAU/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

"O Brasil que chegou lá – Mudança para o interior", Veja-Edição Especial, ano35 – no19, pp. 50-51, maio de 2002.

ONU, 2001. World Urbanization Prospects: the 2001 Revision. Disponível em:<http://www.um.org/esa/population/publications/wup2001/wup2001dh.pdf> Acesso em: 17/11/2003.

Os perigos da poluição sonora – Revista Minas Faz Ciência No.1 - Fapemig - Epidemias do ruído, Minas Gerais, dez.1999/Fev.2000. Disponível em: <http://revista.fapemig.br/1/poluicao/index.html> Acesso em: 16/01/2004.

PACHECO, R. S., AMARAL, H. K; DOWELL, S. M. et al, 1992, Atores e conflitos em questões ambientais urbanas. In: Espaço e debates, Ano XII, No 35.

PALMAS. Lei Nº 1011, de 4 de junho de 2001. Dispõe sobre a Política Ambiental, Equilíbrio Ecológico, Preservação e Recuperação do Meio Ambiente e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília.

PARTIDÁRIO, Maria Rosário, Avaliação Ambiental Estratégica – melhorar a decisão estratégica. Seminário MMA, 30 de novembro e 01 de dezembro de 2001. Rio de Janeiro/RJ, Brasil.

PEREIRA JR, J. S. Legislação Federal sobre poluição sonora urbana. Câmara dos Deputados, Brasília, DF, janeiro/2002.

PETTERSEN, T. D., Ecoprofile for Commercial Buildings – simplistic environmental assessment method. Canadá, Fevereiro/2000. Disponível em: <http://greenbuilding.ca/iisbe/gbpn/documents/policies/instruments/Ecoprofile-ass-Norway-eng.pdf> Acesso em: 13/03/2000.

PIPARD, D. T., 2002. "Urbanisme et environnement sonore à travers la loi solidarité et renouvellement urbain (SRU)". Écho Bruit, no. 98, mars 2000, pp. 10-16, Paris, França.

População inicia mobilização contra poluição sonora. Caeté News, Caeté. Disponível em: <http://www.caetenews.com.br/ultima2760.html> Acesso em: 6/1/2004.

PORTO ALEGRE. Decreto Nº 8.185, de 07 de março de 1983 - Regulamenta a Lei Complementar Nº 65, de 22.12.81. Estabelece padrões de emissão e imissão de ruídos e vibrações, bem como outros condicionantes ambientais e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília.

PORTO, M. Y., Enfim o Estatuto da Cidade. Com Ciência – Cidades, Brasil, 10 de março de 2002. Disponível em: <www.comciencia.br/reportagens/cidades/cid03.htm> Acesso em: 06/01/2004.

RECIFE. Lei Nº 16243, de 13 de setembro de 1996. Estabelece a política do meio ambiente da Cidade do Recife e consolida a sua legislação ambiental, mediante a instituição do Código do Meio Ambiente e do Equilíbrio Ecológico da Cidade. Diário Oficial da União, Brasília.

REC – The Regional Environmental Center for Central Eastern Europe. Sustainable cities on line. Module: Environmentally sustainable Urban Development, s.d.. Disponível em: <http://www.rec.org/REC/programs/sustainablecities/> Acesso em: 13/12/2003

Redes neurais artificiais, s.d. Disponível em: <http://www.terravista.pt/Meco?5704/RedesNeurais.htm> Acesso em: 20/02/2004.

Relatório da Terceira Conferência Européia sobre Centros Urbanos e Cidades Menores, 2000 - Conferência de Hannover 2000, Hannover.

RICHARDSON, N., 1999, Pacote sustentável do recurso das comunidades. Mesa redonda no ambiente e economia, Ontário.

RIO BRANCO. Lei Nº 1330, de 23 de setembro de 1999. Dispõe sobre a Política Municipal de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, instituindo o Sistema Municipal de Meio Ambiente e alterando as competências da SEMEIA e do COMDEMA, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília.

RIO DE JANEIRO, 2002. Resolução SMAC No. 198, de 22 de fevereiro de 2002. Dispõe sobre a padronização dos procedimentos da poluição sonora.

ROBINSON, D. W., 1971. Towards a unified system of noise assessment. (14) 279-298.

ROLNIK, R., Cidade ganha arma antiespeculação “Estatuto da Cidade”: instrumento para quem sonha com cidades belas e justas. Jornal do Brasil, 15 de julho de 2001.

ROSSI, A., 1995. A arquitetura da cidade. Martins Fontes, São Paulo.

RUST, A ., Noise technology status report. CALM NETWORK. November/2003. Disponível em: <http://www.calm-network.com/calm_noisetech_1103.pdf> Acesso em: 18/02/2004.

SALVADOR. Lei Nº 5354, de 28 de janeiro de 1998. Dispões sobre sons urbanos, fixa níveis e horários em que será permitida sua emissão, cria a licença para utilização sonora e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília.

SANTOS, A. S. R., Poluição sonora. Sampa Online, São Paulo, 22 de junho de 2001. Disponível:<http://www.sampaonline.com.br/especiais/poluicaosonora2001jun22.htm> Acesso em: 6/1/2004.

SÃO PAULO, 1994. Lei no. 11501, de 11 de abril de 1994. Dispõe sobre o controle e a fiscalização das atividades que gerem poluição sonora; impõe penalidades e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília.

___, 1995. Lei N° 11.804, de 19 de junho de 1995. Dispõe sobre avaliação da aceitabilidade de ruídos na Cidade de São Paulo, visando o controle da comunidade.

Revoga a Lei nº 8.106, de 30 de agosto de 1974 e seu Decreto Regulamentar nº 11.467, de 30 de outubro de 1974. Diário Oficial da União, Brasília.

___. Minuta da Proposta de Resolução SMA/SP de Regulamentação de Controle de Ruído de Rodovias. Versão 1/10/2001.

SARLE, W., 2002. Disponível em: <ftp://ftp.sas.com/pub/neural/FAQ.html#A_count> Acesso em: 26/03/2004.

SCHIMITT, N. I. M. et al, 2000. "Gestão Ambiental no Controle da Poluição Sonora: A Experiência de porto Alegre". Anais do XIX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica, Minas Gerais, Brasil.

SCHOMER, P., Assessment of noise annoyance. Schomer and Associates, Champaign, Illinois, USA, April 22, 2001. Disponível em: <http://www.nonoise.org/library/schomer/assessmentofnoiseannoyance.pdf> Acesso em: 16/02/2004.

SEXTO, L. F., 2003. Ruído como factor de quiebra en hoteles. Ruído-urbano. Mensagem disponível em:<ruído-urbano@fceia.unr.edu.ar> Acesso em:18/02/2003.

SHAW, E. A. G., 1975. "Noise polluition – What can be done?" Physics Today 28 (1) 46-58.

SILVA, R. C. M., 1999. "Urbanismo para uma cidade mundial". Cadernos de Urbanismo – A Globalização da Economia. No. 1 – Ano 1999.

SLAMA, J. G., 2000. Apostila de Curso de Acústica Ambiental.

SMITH, M., Standards development processes and deliverables. ISO, Bulletin, Genebra, Suiça, November 1998. Disponível em: <http://www.iso.org/iso/en/stsdevelopment/whowhenhow.html> Acesso em: 11/11/2002.

SOARES, M., Poluição sonora de templos ocupa 3o lugar em reclamação. O Povo, Ceará, 4 de novembro de 2003. Disponível em: <http://www.noolhar.com/opovo/fortaleza/311315.html> Acesso em: 6/1/2004.

SOUSA, C. M., CARDOSO, M. R. A. S., 2002. "Ruído urbano na cidade de São Paulo, Brasil". XX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica - SOBRAC, Rio de Janeiro, Brasil, 21-24 de outubro.

SOUSA, D. S., 1996, Avaliação do Impacto Ambiental Sonoro Causado pela Implantação de uma Atividade no Espaço Urbano. Tese de M. Sc., FAU/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

___, D. S., et al, "Análise Comparada das Legislações Ambientais Sonoras das Capitais Brasileiras", *ECOURBS 2002*, 130, Florianópolis, Santa Catarina, 9-12 de dezembro.

SPANGENBERG, J. H., 2003, "Sustainability strategies – roots, state and challenges". International Sustainable Development Research Conference, D 50676 Cologne, Germany, 24-25 March.

SRINIVAS, H., 1997. Information and Urban Environments. GDRC. Disponível em: <http://www.gdrc.org/uem/doc-infoenv.html> Acesso em: 31/05/2002.

Statistics Canadá, s.d. Appendix A. Disponível em: <http://www.statcan/english/research/21-601-MIE/2002061/appendixa.pdf >

TAFNER, M. A., 1998. O que são as redes neurais? “Redes neurais artificiais: aprendizado e plasticidade”. Revista Cérebro e Mente 2 (5), março/maio. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. Disponível em: <http//www.epub.org.br/cm/n05/tecnologia/rna.htm> Acesso em: 09/01/2004.

TEIXEIRA, E. R., 2002. Avaliando a Rio+10. Programa ambiental: a última arca de Noé: Rio+10. Disponível em: <http://www.aultimaarcadenoe.com/rio10a.htm> Acesso em: 3/3/2004.

TEIXEIRA, I. M. V., 1998. *Indicadores ambientais para o monitoramento de florestas tropicais.* Tese de M. Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

TELMEDPAK, 2000. Noise Pollution. Disponível em: http://www.telmedpak.com/homearticles.asp?a=182 . Acesso em : 20/02/2004.

The definition of urban areas. Disponível em: <http://www.statistics.gov.uk/census2001/pdfs/urban_area_defn.pdf> Acesso em: 30/01/2004.

UNU, 2002, Making Integrated Solutions Work for Sustainable Development – Final Report, United Nation University, Johanesburg.

USP - ZMITROWICZ, W., 2003, PCC-2561 Gestão e Planejamento Urbano e Territorial – Relatório sobre o Programa de Silêncio Urbano (PSIU). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 20 de março.

VAINIO, M., et al, 2001. “A Billion Euro Question: “How much should be pay for noise control, and how much is it worth?””. Workshop on costs & benefits analysis in noise policy. Inter-noise 2001 – The Hague, Netherlands, 29 august.

VEIGA, J. E., 2002, A Ilusão do Brasil Urbano. In: Urbana Instituto Light.

VIANA, A. L., 1988. Abordagens metodológicas em políticas públicas. NEPP-UNICAMP, São Paulo.

VITÓRIA. Lei nº 4167/94, de 27 de dezembro de 1994. Dispõe sobre o desenvolvimento urbano no Município de Vitória, institui o Plano Diretor Urbano e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília.

VROM – council, 1998. Managing policy for a sustainable society. Disponível em: <http://www.vromraad.nl/engels/adviezen/download/a006e.pdf> Acesso em: 17/11/2003.

ZANNIN, P. H. T., et al, 2002, "Incômodo causado pelo ruído urbano à população de Curitiba, PR", Revista Saúde Pública, 36(4), pp. 521-4, São Paulo.

WHO – World Health Organization, 1995, "Community Noise". In: Archives of the Center for Sensory research. Volume 2. Stockholm.

___, World Health Organization, 1999, "Ocupational and Community Noise". Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs258/en/index.html> Acesso em: 5/3/2004.

WOOSLEY, T. Noise 101. O'Hare Noise Compatibility Commission Technical Committee. October/2000.

World urbanization prospects. United Nations. Disponível em: <http://www.un.org/esa/population/publications/wpp2002/WPP2002HIGHLIGHTSrev.PDF> Acesso em: 07/01/2004.

WRI - World Resources Institute, 1996. What is a urban area? Disponível em: <http://pubs.wri.org/pubs_content_text.cfm?ContentID=929> Acesso em: 13/01/2004.

WSZOLEK, T., et al, 1999. “Attept of the sound level evaluation for the corona noise of UHV transmission lines in the intensified interference conditions”, Proceedings of international congress on noise control engineering, Ft. Lauderdale, Florida, USA.

9. APÊNDICES

Apêndice 9.1

1. Expansão Demográfica e Urbana

ROSSI em seu livro *"A Arquitetura da Cidade"* (1995), expõe no quarto capítulo - Evolução dos fatos urbanos, a questão da dimensão urbana. Ele apresenta, resumidamente, as opiniões de alguns autores na explicação da gênese da cidade moderna. Segundo eles a problemática da cidade moderna nasce, essencialmente, com o fim da homogeneidade física e política que se segue ao surgimento da indústria, colocando-a como a verdadeira protagonista da sua transformação. Esta transformação, historicamente, pode ser dividida em três fases:

- a primeira fase constitui-se na origem dessa transformação que pode ser identificada na destruição da estrutura fundamental da cidade medieval, caracterizada pela coexistência das atividades de moradia e de trabalho dentro de um mesmo edifício. Inicia-se, assim, o fim da economia doméstica entendida como unidade de produção e consumo;
- a segunda fase é iniciada com a progressiva industrialização, a qual provoca a separação definitiva entre residência e trabalho. O surgimento dos primeiros meios de transporte coletivo possibilita o morar fora do entorno imediato da cidade. Paralelamente a esta evolução, ocorreu também a separação entre os locais de trabalho, que produzem mercadorias, e aqueles que não produzem. Produção e administração se divorciam, dando início a divisão do trabalho em seu sentido mais preciso, originando a "city";
- a terceira fase começa com desenvolvimento dos meios de transporte individual e com a plena eficiência dos meios de transporte destinados ao trabalho. A escolha de locais de residência torna-se cada vez mais independente dos locais de trabalho. Ao mesmo tempo desenvolvem-se as atividades de serviços que tendem a localizar-se

no centro, em contraposição aos locais de moradia cada vez mais distantes situando-se no campo limítrofe da cidade. Dá-se inicio, assim, aos deslocamentos "perdulares". Residência e trabalho são agora função do tempo;

É evidente que esta visão reducionista da transformação da cidade dá lugar, segundo ROSSI (1995), a uma espécie de "naturalismo" da dinâmica urbana, cujas ações dos homens, a constituição dos fatos urbanos e as opções políticas que a cidade faz, são assumidas sem escolha.

Segundo RATCLIFF, geógrafo americano (apud ROSSI, 1995), de um ponto de vista distinto, também contestou e condenou a tese popular, porém falsa, de que os problemas metropolitanos são problemas de dimensão. Essa tese ignora a real estrutura da cidade e suas condições de evolução, ou seja, a própria ciência da cidade.

A urbanização é muito mais do que um fenômeno demográfico. Caracteriza-se por mudanças fundamentais na concentração física da população, na natureza e escala da produção econômica, no uso do solo, nas estruturas sociais e nos padrões de interação (Banco Mundial, 1999).

É bem verdade que no limiar do século XXI, a magnitude da urbanização é ímpar na história e tomou impulso após a II Guerra Mundial. Este crescimento urbano está remodelando a configuração da população global, particularmente nos países em desenvolvimento. Por esse motivo tem chamado a atenção dos urbanistas e de todos os outros estudiosos que de alguma forma tratam da problemática da cidade. A transição para um mundo urbanizado, segundo o Centro para Assentamentos Humanos das Nações Unidas em seu Relatório *"Global Report on Human Settlements 2001"* está sendo impulsionada pelas forças poderosas da globalização. Nele é exposto que a globalização tem trazido benefícios valiosos, porém desigualmente distribuídos. A distribuição desigual não é coincidência, mas uma função da lógica dominante que dirige os processos atuais da globalização: a lógica de mecanismos de mercado facilitada pelos avanços em tecnologias de informação e comunicação e políticas de

liberação. Os mecanismos de mercado podem ser efetivos para alguns propósitos e são freqüentemente vistos como o melhor modo de se promover o crescimento econômico. Contudo, mecanismos de mercado não têm bom desempenho em vários importantes aspectos: por exemplo, eles não respondem bem quando rendas domiciliares são muito baixas para transformar necessidades em efetiva demanda ou para fornecer acesso universal a serviços públicos. Portanto, são inadequados para reforçar a integração social ou para guiar o desenvolvimento dentro de uma visão de longo prazo. Esse Relatório argumenta que a globalização precisa servir a outros objetivos, além do crescimento econômico, particularmente quando esse crescimento beneficia alguns com uma distribuição maior do que a de outros.

Estes outros objetivos derivam de planos de ação formulados pelas Nações Unidas nas conferências dos anos noventa, levantando a bandeira de que a provisão dos recursos básicos tem que centrar mais na questão de direitos humanos do que na habilidade de poder pagar para se ter acesso ao recurso. Para se avançar nesse sentido são necessários a descentralização e o fortalecimento das agendas urbanas locais que têm que dar prioridade a justiça social e ao desenvolvimento sustentável. Políticas urbanas deverão dar suporte a transição das cidades como "máquinas de crescimento" para o seu novo papel de "agentes transformadores". Estas mudanças requerem novas estratégias políticas para a habitabilidade urbana e novas formas de gerenciamento de políticas públicas.

Adicionalmente serão necessárias novas estruturas cooperativas estabelecidas entre os governos com o setor privado e a sociedade civil, em função da sua limitada habilidade de dirigir urgentes desafios de moradias, infra-estrutura e serviços.

Pelo exposto e de acordo com o Relatório os assentamentos humanos são importantes na realização destes objetivos, uma vez que eles ligam globalização econômica e desenvolvimento humano.

O Relatório *"Cities in Transition: World Bank urban and local government strategy"*, publicado em 2000, reconhece a necessidade de se reconsiderar estratégia urbana adotada pelo Banco Mundial diante da interação do que denomina de as quatro tendências mundiais: urbanização, descentralização, globalização e renovação governamental. Estas tendências enfatizam o aumento da importância das cidades no desenvolvimento nacional.

Com efeito as cidades tornam-se um barômetro do progresso da humanidade no século XXI.

1.1 A Tendência da Urbanização Mundial

Cada cidade é diferente da outra, possuindo características específicas que mudam com a sua própria evolução. Muitos fatores de mudança que condicionam esta evolução encontram-se além de seu controle, o que torna difícil predizer como as cidades serão no futuro. Entretanto, é possível realizar algumas estimativas e projeções, utilizando-se a metodologia de cenários prospectivos.

Do ponto de vista populacional urbano a Divisão de População da ONU previu, como será mostrado adiante, que a população mundial alcançará 12,5 milhões de habitantes, sendo que virtualmente todo o crescimento populacional esperado durante 2000-2030 irá concentrar-se em áreas urbanas.

Dados publicados no relatório 2001 do Centro de Assentamentos (Habitat) das Nações Unidas intitulado "*The State of The Word´s Cities*" mostram que atualmente três bilhões de pessoas vivem em áreas urbanas, representando quase metade de sua população, com 844 cidades possuindo uma população igual ou superior a 0,5 milhões de pessoas, conforme apresentado na Quadro 24.

Conforme já abordado, Urbano é um conceito estatístico definido pelo governo de cada país. Normalmente referem-se, segundo o Relatório *"Cities in Transition: World Bank urban and local government strategy*" já citado, a assentamentos com uma população mínima que varia de 2.500 a 25.000 pessoas e com uma certa concentração de empregos fora da agricultura e produção. A cidade é uma designação legal associada com uma administração específica ou estruturas de governo local. Muitas e grandes áreas urbanas, freqüentemente chamadas de metrópoles, consistem de múltiplos centros de empregos e abarcam mais do que uma jurisdição de cidade.

Quadro 24 – Cidades com População superior a 0,5 milhões hab.

População (milhões de hab.)	**Número de cidades (unid.)**
≥10	19
5 - 10	22
1 - 5	370
0,5 - 1	433

Fonte: HABITAT, 2001.

De acordo com o relatório "*World Urbanization Prospects: The 2001 Revision"* da Divisão de População da ONU, o número de cidades com mais de 10 milhões de habitantes é igual a 21, incluindo a região metropolitana de São Paulo, como a segunda colocada no ranking atual , conforme apresentado no Quadro 25.

Quadro 25 - Cidades com População acima de 10 milhões ou mais, de habitantes

(1950, 1975, 2001 e 2015).

1950		1975		2001		2015	
Cidade	Pop.	Cidade	Pop.	Cidade	Pop.	Cidade	Pop.
1Nova Iorque	12,3	1 Tokio	19,8	1 Tóquio	26,5	1Tóquio	27,2
		2 Nova Iorque	15,9	2 São Paulo	18,3	2 Dhaka	22,8
		3 Shangai	11,4	3Cidade do México	18,3	3 Mumbai	22,6
		4Cidade do México	10,7	4 Nova Iorque	16,8	4 São Paulo	21,2
		5 São Paulo	10,3	5 Mumbai	16,5	5 Delhi	20,9
				6 Los Angeles	13,3	6Cidade do México	20,4
				7 Calcutta	13,3	7 Nova Iorque	17,9
				8 Dhaka	13,2	8 Jakarta	17,3
				9 Delhi	13,0	9 Calcutta	16,7
				10 Shangai	12,8	10 Karachi	16,2
				11 Buenos Aires	12,1	11 Lagos	16,0
				12 Jakarta	11.4	12 Los Angeles	14,5
				13 Osaka	11,0	13 Shanghai	13,6
				14 Beijinkg	10,8	14 Buenos Aires	13,2
				15Rio de Janeiro	10,8	15 Metro Manila	12,6
				16 Karachi	10,4	16 Beijing	11,7
				17 Metro Manila	10,1	17 Rio de janeiro	11,5
						18 Cairo	11,5
						19 Istambul	11,4
						20 Osaka	11,0
						21 Tianjin	10,3

Fonte: NAÇÕES UNIDAS, 2001.

Neste documento estão contidas as estimativas e projeções das populações urbanas e rurais para as principais áreas, regiões e países do mundo para o período de 1950-2030. Além disto, fornece também estimativa da população e projeções de aglomerações urbanas com 750.000 ou mais habitantes em 2000 para o período 1950-2000 e a população de todas as capitais em 2001.

A seguir são apresentadas algumas das estimativas e projeções supracitadas:

1. metade da população do mundo viverá em áreas urbanas em 2007. A população mundial urbana alcançou 2,9 bilhões hab. em 2000 e estima-se que seja alcançado 5 bilhões hab. em 2030. Enquanto 30% da população mundial vivia em áreas urbanas em 1950, a proporção residente cresceu para 47% em 2000 e é previsto 60%, em 2030 (Quadro 26).

2. virtualmente todo o crescimento populacional esperado em nível mundial durante 2000-2030 irá concentrar-se em áreas urbanas. Adicionalmente quase todo o incremento de população esperado para 2000-2030 será absorvida por áreas urbanas de regiões menos desenvolvidas, cuja população irá crescer de 2 bilhões hab., em 2000 para um pouco mais de 4 bilhões, em 2030. A população urbana de regiões mais desenvolvidas é esperada aumentar vagarosamente, passando de 0,9 bilhões hab.em 2000 para 1 bilhão hab., em 2030.

3. no período 1950-2000 a população urbana cresceu a taxa de 2,7 % a.a. Durante 2000-2030, é projetado crescer a uma taxa média anual de 1.8%a.a., o que fará com que a população mundial urbana duplique em trinta e oito anos (Quadro 26).

4. a taxa de crescimento urbano de regiões menos desenvolvidas alcançou 4 % a.a. no período 1950-2000, comparado a 0,5% a.a. em regiões mais desenvolvidas**.** O aumento da taxa de crescimento urbano deverá vir a ser particularmente rápida em áreas urbanas de regiões menos desenvolvidas com uma média de 2,4 % a.a. durante 2000-2030, correspondendo a uma duplicação desta população em vinte e nove anos.

5. em contraste a população rural das regiões menos desenvolvidas é prevista crescer muito vagarosamente, a uma taxa de 0,2 % a.a. no período 2000-2030**.** A população rural permanecerá quase estável entre 2000-2030, variando entre 3,2 bilhões hab. e 3,3 bilhões hab.

6. a migração rural-urbana e a transformação dos assentamentos rurais em cidades são importantes determinantes do alto crescimento populacional esperado em áreas urbanas das regiões menos desenvolvidas nos próximos trinta anos. Em combinação com a redução universal nos níveis de fertilidade, que é esperado ocorrer no futuro, estas mudanças irão conduzir a uma eventual redução da população rural das regiões menos desenvolvidas.

7. o processo de urbanização já é muito avançado em regiões mais desenvolvidas, onde 75% da população viveu em áreas urbanas em 2000**.** Contudo, espera-se que a concentração da população em cidades continue a crescer, de tal forma que no ano de 2030, 83% dos habitantes dos países mais desenvolvidos irão ser habitantes urbanos (Quadro 26).
8. o nível de urbanização é consideravelmente mais baixo em regiões menos desenvolvidas, onde 40% da população viveu em áreas urbanas em 2000. Essa proporção é esperada crescer para 56%, em 2030.
9. existem diferenças marcantes no nível e no ritmo da urbanização entre as maiores áreas as quais constituem as regiões menos desenvolvidas do mundo. A América Latina e o Caribe como um todo são altamente urbanizados, com 75% de suas populações vivendo em assentamentos urbanos (ano 2000), representando uma proporção maior do que a da Europa. Todavia, esta proporção é duas vezes tão alta quanto aquela estimada para África ou Ásia. Com 37% de sua população vivendo em áreas urbanas em 2000, a África e a Ásia são consideravelmente menos urbanizadas e, conseqüentemente, são esperados experimentar taxas rápidas de urbanização para o período 2000-2030. É esperado que em 2030, 53% e 54%, respectivamente, de seus habitantes irão viver em áreas urbanas. Neste mesmo período 84% das populações da América Latina e do Caribe irão ser urbanas, similar àquele da América do Norte, que é previsto vir a ser a área mais altamente urbanizada do mundo em 2.030 (Quadro 27).
10. na Europa e na América do Norte a percentagem da população vivendo em áreas urbanas é esperada crescer, de 73% e 77%, respectivamente, em 2000 para 81% e 85%, em 2030.
11. a proporção de pessoas vivendo em aglomerações urbanas muito grandes ou megacidades é ainda pequena. Em 2000 3,7% da população mundial residiu em cidades de 10 milhões de habitantes ou mais e em 2.015, estima-se que essa proporção alcance para 4,7% (Quadro 28).
12. a proporção da população mundial vivendo em pequenas cidades é consideravelmente maior, embora tenha aumentado em um ritmo mais baixo. Em 2000 24,8% da população mundial viveu em assentamentos urbanos com pouco menos de 500.000 habitantes e, em 2015, esta proporção aumentará para 27,1% (Quadro 28). Adicionalmente 52,5% de todos moradores urbanos viveram em assentamento com menos do que 500.000 habitantes. Estima-se que esta proporção

irá declinar suavemente em 2015, porém ainda permanecendo acima de 50%. Conseqüentemente a tendência da concentração da população em grandes assentamentos humanos não tem ainda resultado em um declínio marcado da igualmente proporção ou número de pessoas vivendo em pequenos assentamentos humanos.

13. a concentração da população em pequenos assentamentos urbanos é mais significativa em regiões mais desenvolvidas. Em 2000 41,8% da população em países desenvolvidos viveram em assentamentos humanos com pouco menos de 500.000 habitantes. Em 2015 esta proporção aumentará para 43%. Em regiões menos desenvolvidas, onde a maior parte da população reside ainda em áreas rurais, a proporção de pessoas morando em pequenas cidades foi de 20,7%, em 2000 e irá ser de 23,8%, em 2015 (Quadro 28).
14. grandes aglomerações urbanas necessariamente não experimentam rápido crescimento populacional. De fato alguns dos crescimentos mais rápidos de cidades são de cidades com pequena população. Como o tamanho da população aumenta a taxa de crescimento de população em uma cidade tende a declinar. Todavia, atualmente (nos últimos vinte e cinco anos) algumas das megacidades têm experimentado altas taxas de crescimento populacional.
15. Tóquio é a mais populosa aglomeração urbana no mundo (26,5 milhões hab.), seguida por São Paulo (18,3 milhões hab.), Cidade do México (18,3 milhões hab.), Nova Iorque (16,8 milhões hab.) e Mumbai (16,5 milhões hab.). Em 2015 estima-se que Tóquio irá permanecerá como a maior aglomeração urbana, com 27,2 milhões de habitantes, seguida por Dakha, Mumbai, São Paulo, Delhi e Cidade do México, todas com uma estimativa superior a 20 milhões de habitantes (Quadro 25).

Quadro 26 – Indicadores para população rural e urbana, por grupo de crescimento (1950-2030).

	População (bilhões)				Taxa crescimento (%)		Tempo (anos)	
Grupo de crescimento	1950	1975	2000	2030	1950-2000	2000-2030	1950-2000	2000-2030
A. Crescimento e tamanho da população								
População total								
Mundo	2,52	4,07	6,06	8,27	1,75	1,04	40	67
Regiões mais desenvolvidas	0,81	1,05	1,19	1,22	0,76	0,07	91	998
Regiões menos desenvolvidas	1,71	3,02	4,87	7,05	2,10	1,24	33	56
População urbana								
Mundo	0,75	54	2,86	4,98	2,68	1,85	26	38
Regiões mais desenvolvidas	0,45	0,73	0,90	1,00	1,40	0,38	50	185
Regiões menos desenvolvidas	0,30	0,81	1,96	3,98	3,73	2,35	19	29
População rural								
Mundo	1,77	2,52	3,19	3,29	1,18	0,10	59	714
Regiões mais desenvolvidas	0,37	0,31	0,29	0,21	-0,45	-1,09	-	-
Regiões menos desenvolvidas	1,40	2,21	2,90	3,08	1,46	0,20	48	352
B. Indicadores urbanos								
	Porcentagem urbana				Taxa urbanização(%)		Tempo (anos)	
	1950	1975	2000	2030	1950-2000	2000-2030	1950-2000	2000-2030
Mundo	29,8	37,9	47,2	60,2	0,92	0,81	75	86
Regiões mais desenvolvidas	54,9	70,0	75,4	82,6	0,63	0,31	-	-
Regiões menos desenvolvidas	17,8	26,8	40,4	56,4	1,63	1,11	42	62

Fonte: NAÇÕES UNIDAS, 2001.

Quadro 27 – Indicadores para População Urbana e Rural, por maior área (1950-2030).

B. Indicadores urbanos

	Porcentagem urbana				Taxa de urbanização (%)		Tempo (anos)	
	1950	1975	2000	2030	1950-2000	2000-2030	1950-2000	2000-2030
América do Norte	63,9	73,8	77,4	84,5	0,38	0,30	-	-
América Latina e Caribe	41,9	61,4	75,4	84,0	1,18	0,36	-	-
Oceania	61,6	72,2	74,1	77,3	0,37	0,14	-	-
Europa	52,4	67,3	73,4	80,5	0,68	0,31	-	-
Ásia	17,4	24,7	37,5	54,1	1,53	1,23	45	57
África	14,7	25,2	37,2	52,9	1,86	1,17	37	59

Fonte: NAÇÕES UNIDAS, 2001.

Quadro 28 – Distribuição da População Mundial (1975, 2000 e 2015).

Grupo de crescimento	Área de residência e classe de assentamento urbano (número de habitantes)	População (bilhões)			Percentagem de distribuição		
		1975	2000	2015	1975	2000	2015
Mundo	Total	4066	6057	7207	100,0	100,0	100,0
	Área urbana	1543	2862	3869	37,9	47,2	53,7
	10 milhões ou mais	68	225	340	1,7	3,7	4,7
	5 milhões a 10 milhões	122	169	264	3,0	2,8	3,7
	1 milhão a 5 milhões	332	675	960	8,2	11,1	13,3
	500,000 a 1 milhão	176	290	354	4,3	4,8	4,9
	Menos de 500,000	844	1503	1950	20,8	24,8	27,1
	Área rural	2523	3195	3338	62,1	52,8	46,3
Regiões mais desenvolvidas	Total	1048	1191	1214	100,0	100,0	100,0
	Área urbana	734	898	954	70,0	75,4	78,6
	10 milhões ou mais	36	67	71	3,4	5,7	5,8
	5 milhões a 10 milhões	62	39	45	5,9	3,3	3,7
	1 milhão a 5 milhões	145	216	243	13,9	18,1	20,0
	500,000 a 1 milhão	69	77	74	6,5	6,5	6,1
	Menos de 500,000	422	498	522	40,3	41,8	43,0
	Área rural	314	294	259	30,0	24,6	21,4
Regiões menos desenvolvidas	Total	3017	4865	5994	100,0	100,0	100,0
	Área urbana	809	1964	2915	26,8	40,4	48,6
	10 milhões ou mais	32	158	270	1,1	3,2	4,5
	5 milhões a 10 milhões	60	130	218	2,0	2,7	3,6
	1 milhão a 5 milhões	186	458	718	6,2	9,4	12,0
	500,000 a 1 milhão	108	213	280	3,6	4,4	4,7
	Menos de 500,000	422	1005	1429	14,0	20,7	23,8
	Área rural	2209	2901	3078	73,2	59,6	51,4

Fonte: NAÇÕES UNIDAS, 2001.

Apesar de quase 80% do total da população mundial viver nas áreas urbanas dos países altamente industrializados, suas cidades estão cedendo posição no *ranking* das

megacidades com populações superiores a 8,0 milhões hab., conforme verifica-se no Quadro 25. Com efeito, nos EUA grande parte da população migrou dos centros urbanos compactos para centros afastados, regiões metropolitanas espalhadas e para cidades pequenas ou de tamanho intermediário, apesar de que Nova Iorque e Los Angeles estarem ranqueadas. Alguns dos mais rápidos crescimentos de cidades se verificaram no sudoeste dos EUA sem, contudo, afetar o nível global de urbanização, visto que foi uma migração do tipo urbano - urbano. O tradicional “centro” (*downtown)* foi substituído por regiões urbanas, como a do Vale do Silício na Califórnia, onde empresas estão concentradas ao longo das principais estradas, transformando a paisagem urbana em um cordão de cidades denominadas "100-miles cities".

Nestes casos torna-se notório o problema ambiental desencadeado em países altamente industrializado, como os EUA. Este problema, como ocorre nos países em desenvolvimento, não tem causa no descompasso entre desenvolvimento econômico e o crescimento rápido da população, mas ao consumo ostensivo de recursos, cujo espalhamento do tecido urbano tem papel preponderante.

Nos países em desenvolvimento muitas cidades permaneceram compactas, em função da infra-estrutura e do trabalho estarem concentrados nos centros das cidades, além dos sistemas de transporte e de comunicação serem menos desenvolvidos. No entanto muitas delas estão experimentando uma descentralização devido à suburbanização da população privilegiada ou, numa escala maior, devido ao deslocamento da população menos privilegiada, em função do alto custo do solo urbano.

Na Europa a maioria da população vive em cidades pequenas ou de médio porte, sendo que metade da população urbana habita em cidades pequenas de 10.000 a 5.000 habitantes e um quarto, em cidades de tamanho médio de 50 mil a 250 mil habitantes. Somente 25% da população urbana vive em cidades com mais de 250.000 habitantes (HABITAT, 2001).

O sistema urbano europeu apresenta características que o distinguem dos sistemas urbanos, dos EUA, que são mais expansivos e com uma história mais recente, assim como em relação aos países em vias de desenvolvimento, que estão experimentando

uma urbanização acelerada e trazem, em si mesmos, uma crescente população que vive em absoluta pobreza. Além disto, outra característica notável do modelo europeu é a integração política e econômica da União Européia, que estabelece um formato diverso do restante das cidades do mundo, que sofrem os efeitos da globalização internacional do mercado e das economias (COMISSÃO EUROPÉIA, 1996).

Segundo CHESHIRE e HAY (1989), agindo em conjunto com essa integração política e econômica da CE, a descentralização e a desindustrialização contribuem significativamente para o declínio urbano europeu (a concentração espacial em grandes cidades dos problemas sociais, econômicos e ambientais, bem como altos níveis de desemprego e pobreza, deterioração da habitação e o decaimento da infra-estrutura urbana). Exemplo dos efeitos desta descentralização e desindustrialização ocorreu em Liverpool, após o Reino Unido - UK integrar-se a CE em 1983, que, devido à perda de sua posição de porto exportador da maior parte dos bens produzidos na UK, experimentam as conseqüências do fenômeno da periferização.

Observando-se ainda o Quadro 25, pode-se dizer que as maiores cidades localizam-se, principalmente, em nações subdesenvolvidas ou em desenvolvimento, que apresentam o fator marcante da dissincronia entre o crescimento demográfico e o desenvolvimento econômico. Neste caso, repetindo o quadro de explosão urbana vivida pela Europa no século XIX, porém com um agravamento, devido a escala absoluta de mudança: referida ao número de países nos quais esteja ocorrendo a rápida urbanização, referida ao número de cidades no mundo inteiro que estão crescendo rapidamente e referida ao número absoluto de pessoas envolvidas.

No caso da América Latina, e o Caribe que é a região em desenvolvimento mais urbanizada no mundo, 75% dos habitantes vivendo em cidades com uma razão urbano-rural similar a dos países altamente industrializados, contrariamente a estes, as áreas urbanas não são geograficamente dispersas em termos de tamanho físico ou populações. Padrões de urbanização na região, com exceção do Brasil envolvem, tipicamente, uma cidade muito grande, que contabiliza para a maioria da população urbana do país (HABITAT, 2001).

Dentro de um contexto de uma economia globalizada estas grandes cidades passaram a assumir um papel centralizador, estendendo-se a área de influência de seu poder e articulando economias, como é o caso de México - DF e da região metropolitana de São Paulo - RMSP.

O crescimento rápido destas cidades deve-se, notadamente, à questão da migração rural-urbana, em função de uma maior possibilidade de oferta no campo sócio-econômico. Todavia, não conseguem absorver todo o contingente migratório, que acaba se concentrando em áreas periféricas (expansão de assentamentos irregulares, que geralmente vivenciam um crescimento muito mais rápido que o restante da cidade), participando de uma forma marginal dos mercados de trabalho e da infra-estrutura social, caracterizando um processo denominado inchaço urbano. Em outras palavras, estas áreas estão contidas dentro dos limites da área metropolitana, mas, na maioria dos casos, estão além das infra-estruturas de serviços básicos ou, mesmo, do alcance de taxação do governo local.

No caso da RMSP, resultado de uma intensa conturbação (integração física de trinta e sete Municípios), a população na periferia cresce de uma forma descontrolada e já atinge 8 milhões hab., equivalente a soma dos habitantes de Londres e Paris (VEJA, 2002).

Entretanto, no Brasil, e, na década de noventa consolidou-se uma nova tendência de desmetropolitização em favor de cidades médias, que apresentam custos de produção menores, ao mesmo tempo em que oferecem melhor qualidade de vida para seus cidadãos. Assim, tem-se verificado uma tendência de ocupação do interior, onde dos 5 milhões de brasileiros que migraram neste período, 60% foram para lá. Além disto pode-se citar que existem trinta e uma regiões metropolitanas com mais de 1 milhão de habitantes, sendo dezenove no interior (VEJA, idem).

De uma maneira geral a maior parte do aumento da população urbana mundial será atribuída a assentamentos urbanos com pouco mais de 500 mil habitantes e cidades com uma população entre 1,0 milhão e 5 milhões de habitantes.

As megacidades, segundo SASSEM (apud ALVA, 1997), pertencem ao rol das cidades globais, constituídas pelas metrópoles que comandam espaços econômicos maiores, em função, principalmente, das novas noções de tempo e espaço introduzidas pelas, também, novas tecnologias de comunicação. Isto faz com que seja possível que uma cidade como Singapura seja considerada uma cidade global, mesmo não possuindo bases territoriais importantes. Estas cidades possuem mais características comuns umas com as outras do que com aquelas situadas na região ou mesmo na nação onde elas se situam. Basicamente, nestas cidades, as indústrias deslocaram-se para a periferia, que pode ser constituída por um conjunto de cidades localizadas dentro ou fora de seu território nacional. Exemplo típico é o deslocamento das indústrias pesadas para os países subdesenvolvidos e em desenvolvimento. Elas passaram, então, a concentrar centros de decisão de empresas transnacionais e de grandes corporações financeiras, cabendo a periferia o papel de coordenar e controlar as operações em nível local (ALVA, 1997).

Contudo, as cidades globais exportam uma cultura global, simbolizada pelo consumo ostensivo de bens e serviços, que está transformando as culturas locais e ampliando a brecha entre a cidade real e a cidade legal. A primeira constituída pelo oceano da população assentada na periferia, não possuindo acesso aos bens e serviços aludidos na mesma proporção ao estímulo que lhe é concedido, em contraste com os segmentos privilegiados da segunda, que constituem verdadeiras ilhas de prosperidade ostensiva (Alva, idem).

Assim sendo pode-se dizer que a paisagem espacial da economia global apresenta-se duplamente dividida no planeta e no interior das cidades, materializando-se em deseconomias e externalidades negativas que não se convertem apenas em fatores adversos ao desenvolvimento humano, como também à economia globalizada, além da degradação do meio ambiente urbano (Alva, idem). Todavia, a questão ambiental parece menos perceptível.

1.2 Planejamento e Gestão Urbana

O desenvolvimento das cidades pode ser orientado e controlado por ações de planejamento e de gestão urbana.

Segundo FEEMA (apud SOUSA, 1996), planejamento é “o processo ordenado de definir um problema através da identificação e da análise das necessidades e demandas não satisfeitas que o constituem, estabelecendo metas realistas e factíveis, decidindo sobre suas prioridades, levantando os recursos necessários a alcançá-las e prescrevendo ações administrativas para a solução dos problemas, com base na avaliação de estratégias alternativas”.

Sinteticamente pode-se dizer que o planejamento urbano é o processo que leva ao estabelecimento de um conjunto de ações multidisciplinares visando o ordenamento do desenvolvimento das cidades, considerando-se horizontes que vão de curto a longo prazo. Diferentes instrumentos de planejamento servem de base para estas ações, sejam estes de ordem geral ou específica.

O entendimento dos processos de planejamento das cidades ocorridos nos séculos XIX e XX, notadamente após a Revolução Industrial, que foram determinantes no desenvolvimento das cidades modernas e contemporâneas, é condição *sine qua non* para a compreensão das formas atuais de ordenamento e ocupação do solo urbano.

Para esta tese, o entendimento de planejamento urbano se restringe a descrição das características gerais de duas escolas de pensamento, das quais o planejamento urbano é parte integrante, a saber:

- **modernista** - surgiu como uma reação cultural ao processo da modernização associada ao crescimento do capitalismo nos séculos XIX e XX , podendo ser caracterizado pelo fordismo[1];

[1] conjunto de princípios de produção desenvolvidos pelo empresário norte-americano Henry Ford em sua fábrica de automóveis, com o objetivo de racionalizar o processo produtivo e aumentar a produção (produção em série).

- **pós-modernista** - surgiu em resposta às deficiências dos paradigmas modernista e às mudanças ocorridas na organização da sociedade e na atividade econômica. Pode ser geralmente descrito como "pós-fordismo" e caracterizado pela emergência de novas informações baseadas na indústria, tais como a da computação (GOODCHILD apud MACLEOD, 1996).

As idéias modernistas de planejamento e desenvolvimento tenderam a focar sobre a grande escala - a metrópole ampla e racionalizada tecnologicamente e os planos urbanos eficientes, com uma arquitetura sem ornamentação (industrialização da construção), em contraposição as metrópoles do século XIX. Desta forma a uniformidade e a desumanidade, indicativos da abstração e do universalismo do planejamento moderno, tornaram-se evidentes nas cidades, fazendo com que a dimensão local fosse por muito tempo negligenciada, conduzindo ao enfraquecimento do sentido de identidade territorial, de comunidade urbana e de espaço público.

Estas tendências de uniformidade e universalização conduziram ao estabelecimento de padrões de uso do solo rigidamente uniformes com separações rígidas de diferentes usos, assim como a monotonia da paisagem.

Segundo ROBINS (apud MACLEOD, 1996) a crise da modernização urbana se deu em dois níveis: em nível da escala dos problemas físicos e socais na moderna cidade, onde iniqüidade, segmentação e alienação estão inscritas na sua paisagem física e social e, em um nível mais alto, impondo questões relacionadas a valores, identidade cívica, que aponta para o fato de que as aglomerações modernas estavam longe dos conceitos tradicionais de vida na cidade e cultura.

Contrariamente ao modernismo, o planejamento pós-modernista utiliza estratégias pluralistas e orgânicas para lidar com o desenvolvimento urbano, objetivando retornar à escala humana, à recriação da comunidade e às formas vernaculares. Em outras palavras, restabelecer os laços históricos que tinham sido quebrados pelo modernismo (idem).

Considerando essa nova forma de pensamento, o desenvolvimento urbano seria uma colagem de espaços altamente diferenciados, sendo dada atenção para "outros mundos" e "outras vozes", em oposição à imposição de planos baseados no zoneamento funcional de diferentes atividades por parte dos modernistas (HARVEY apud MACLEOD, 1996).

Na França verifica-se a incorporação dos paradigmas pós-modernistas na atual lei "Solidarité et Renovellement Urbains", de 13 de dezembro de 2000, que se apóia em três conceitos básicos: a renovação urbana; o desenvolvimento sustentável e a mistura urbana e social. De acordo com a Lei, é necessário misturar e diversificar as funções urbanas -trabalho, habitação, transporte e lazer, pois a essência da cidade é possuir atividades diversificadas.

No Brasil este fato também se verifica. A proposta de Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS) encaminhada para a Câmara Municipal na cidade do Rio de Janeiro em 1997 representa uma tentativa de introduzir novos conceitos na legislação urbanística, dentre estes o incentivo a mistura de usos nas zonas residenciais, o que constitui uma característica do urbanismo pós-moderno.

Da mesma forma que o planejamento modernista foi desafiado nas décadas de setenta e oitenta pelas explicitações políticas e econômicas, os problemas com o planejamento pós-modernista também estão tornando-se evidentes, visto que a adoção de estilos de vida comunitários tem um preço, sendo disponível somente para aqueles que podem proporcioná-lo. Além disto, como a localidade pregada pelo pós-modernismo pode se dar numa era da cultura mundial. Não obstante, o planejamento pós-modernista resgata alguns dos aspectos que tinham sido deixados de lado e que, sem dúvida, deveriam estar sempre presentes no planejamento.

Algumas das diferentes abordagens destas escolas, aplicadas ao planejamento, e ressaltadas no texto, são apresentadas no Quadro 29 seguinte.

No Brasil os ideais modernistas de concepção de cidade exerceram papel preponderante na produção das nossas cidades, notadamente as do modelo progressista, que tem como expoente o arquiteto Lúcio Costa. Exemplos típicos da assimilação destes ideais no urbanismo podem ser verificados em diferentes cidades brasileiras, entre as quais citar-se: Belo Horizonte (cidade planeja e construída, sendo a primeira manifestação deste urbanismo no Brasil); Vitória (teve seu plano de expansão concebido em 1896, tendo como base o saneamento urbano); Recife (modernização de sua área portuária e do bairro adjacente, abrangendo, na verdade, toda a cidade); Curitiba (a divisão da cidade em zonas funcionais excludentes, transformação de rua em avenidas, hierarquização do seu sistema viário, etc.); Goiânia (cidade planejada na década de trinta); Brasília (cidade planejada na década de sessenta, que se tornou referência nacional do urbanismo modernista) e Palmas (a mais recente experiência de cidade planejada, na década de oitenta).

Quadro 29 - Diferenças de Abordagens - modernistas e pós-modernistas

TEMAS	ESCOLA DE PENSAMENTO	
	Modernista	**Pós-modernista**
Conceito de cidade	A cidade como um objeto; habitação em massa	A cidade como paisagem; uma expressão da diversidade social.
Desenho urbano	Ênfase continuada sobre mais baixas densidades e iluminação natural; zoneamento funcional; mistura de apartamentos e residências	Mais diversidade, mais ênfase sobre o contexto local; mistura de uso de solos
Planejamento estratégico	Redesenvolvimento de favelas; controle da expansão através de subúrbios; novas cidades menores e cinturões verdes.	Renovação e regeneração; contenção

Fonte: MACLEOD, 1996.

Segundo DEL RIO e GALLO (2000), a ideologia modernista encontra-se inserida nas cidades brasileiras não só pelas mãos de arquitetos e agentes internacionais, como,

também, através de instrumentos reguladores do desenvolvimento urbano, tais como: planos diretores, lei de uso e ocupação do solo, código de obras, etc.

Dentre estes, segundo eleS, um dos legados mais sentidos e presentes nas atuais cidades brasileiras são os dispositivos restritivos e classificatórios da lei de zoneamento. Os princípios do *zoning* recaem sobre a divisão da cidade em zonas, que correspondem a funções específicas e segregadas de uso do solo, promovendo, assim, uma dissociação da função da habitação das demais funções urbanas**,** visando a sua proteção contra os possíveis impactos causados pelas demais e a maximização das economias de escala principalmente de infra-estrutura.

Os processos de planejamento se mostram frágeis devido a atual dinâmica das cidades brasileiras, fruto de uma urbanização acelerada e caracterizada por uma ocupação desordenada, não acompanhando assim a real evolução das cidades brasileiras.

Os principais instrumentos de orientação ao desenvolvimento e A expansão urbana atualmente disponíveis e ordenadas juridicamente no Brasil estão descrita e detalhadas na seção 2.1.2 desta Tese.

1.3 Conseqüências Ambientais da Expansão Urbana e do Planejamento Urbano

Os problemas ambientais verificados nas cidades - poluição do ar, da água e do solo, ruído e congestionamento de tráfego, que constitui o objeto da denominada Agenda Marrom, apresentam implicações diretas e imediatas sobre as questões de saúde e segurança de suas populações e, assim, até pouco tempo atrás, não eram incluídas na agenda ambiental global que, praticamente, tratou de problemas como mudanças climáticas, perda da biodiversidade e gestão dos recursos naturais. Todavia, como já abordado, o mundo está se urbanizando e as cidades exercem pressões em áreas que extrapolam em muito os seus limites, contribuindo cada vez mais para os problemas ambientais globais.

Dessa forma chamaram a atenção para a necessidade da renovação do foco da agenda global que passou a incorporar o ambiente urbano. Não se pode esquecer também que as

pressões exercidas pelo ambiente sócio-econômico causam impactos que se constituem atualmente nas duas principais causas da degradação ambiental - a pobreza de uma maioria e o consumo desmesurado da minoria dos habitantes do planeta concentrados nas áreas urbanas.

Cabe ressaltar que o capital físico e financeiro sempre foi visto como entrada e, ao mesmo tempo, restrição ao desenvolvimento. Agora, no entanto, também, os capitais humano e social são fatores limitantes.

As cidades precisam tornar-se mais conscientes dos impactos que seus padrões de consumo exercem sobre as outras regiões e ecossistemas. Sendo um organismo muito complexo elas precisam ser caracterizadas por um número de propriedades diferentes.

Segundo ALVA (1997) a cidade é uma totalidade, não podendo ser compreendida nem tratada de forma fragmentária. Ela precisa ser vista e entendida holisticamente, a partir da perspectiva do meio ambiente e dentro de uma concepção de desenvolvimento sustentável. Encorajar uma reflexão sobre a aplicação do conceito de sustentabilidade em cidades, notadamente naquelas dos países em desenvolvimento, parece condição *sine qua non* para a preservação da integridade do ambiente global. E, para isto, torna-se necessário adotar novas práticas de planejamento e gestão, além de reorientar políticas públicas, buscando adequá-las às diretrizes do desenvolvimento sustentável.

Ao mesmo tempo em que a cidade cria ambientes considerados qualitativamente positivos para a saúde e bem-estar da população, gera, também, efeitos capazes de promover a desestabilização dos ecossistemas e a perda da qualidade de vida (CHRISTOFOLETTI, 1993).

Usualmente o desenvolvimento urbano se traduz por uma redução da biomassa e da biodiversidade, em decorrência da expansão do ambiente construído e do deslocamento das populações de plantas e animais. Esse crescimento das cidades, na maioria das vezes, apresenta-se não-orientado, resultando em uma falta de coerência entre as

estratégias de desenvolvimento urbano e agrícola. Com isso as áreas inabitadas ou pouco habitadas são também afetadas, visto que muitos problemas ambientais aparentes têm origens nas cidades. São cada vez mais necessárias grandes áreas de solo para abastecer as populações das grandes cidades com todos os recursos de que necessitam e para absorver as emissões e os resíduos que elas produzem.

Dessa forma os efeitos a curto médio e longo prazos de uma área urbana não podem ser vistos dentro de uma ótica que considere apenas os limites físicos de seu território, mas, também, a extrapolação desses limites é necessária para sustentar toda a sua população. Esse impacto pode ser medido através do indicador de sustentabilidade denominado como pegada ecológica – PE (*ecological footprints),* o qual consiste em avaliar e agregar a capacidade biofísica das superfícies de solo necessárias para produzir os recursos para as cidades e absorver seus resíduos. Utilizando-se essa técnica pode-se dizer que a Grande Londres, por exemplo, necessita de uma área um pouco maior que a do Reino Unido para sustentar sua população. Isso ilustra a grande complexidade e interdependência das áreas urbanas e de áreas mais afastadas (SRINIVAS, 1997).

As cidades - principais locais de produção, consumo e concentradores de inúmeras atividades - são também fonte e local de muitos danos ambientais. As de formação espontânea receberam incrementos sucessivos e os seus crescimentos tornaram-se desordenados e caóticos. As planejadas, apesar de apresentarem coerência do ponto de vista de grupamento de atividades, possuem certo grau de liberdade característico de todo e qualquer conglomerado urbano, gerando, ainda que em menor escala, os mesmos problemas verificados em cidades de formação espontânea.

Dessa forma as cidades passaram a ser responsáveis por uma significativa parcela da crise da sustentabilidade global. Principalmente as metrópoles dos países em desenvolvimento que vêm sofrendo grande deterioração ambiental, em função da utilização de tecnologias ultrapassadas e poluidoras, das precárias condições de moradias, da proliferação de assentamentos ilegais em áreas de riscos, associados aos dejetos sólidos e gasosos produzidos por atividades industriais, residenciais e outras,

que não conseguem ser reintegrados com a mesma velocidade com que são produzidos, diferenciando, assim, as cidades dos ecossistemas naturais (PACHECO et al, 1992).

Todavia, historicamente houve uma mudança significativa na forma de tratar os problemas urbanos, utilizando uma abordagem integrada e abandonando o tratamento dissociado dado a ecologia e a questão urbana.

Apêndice 9.2

Listagem de Ações para a Sustentabilidade Urbana – Cenário Internacional

Além da Agenda 21, outras ações, como a seguir exemplificadas (no principal), desempenharam ou, mesmo, continuam desempenando papel preponderante na Agenda Internacional na direção da promoção da sustentabilidade urbana.

- 1970: Relatório do Clube de Roma.

- 1972: Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, sediada em Estocolmo. Pela primeira vez a comunidade internacional se reuniu para discutir o meio ambiente global e as necessidades de desenvolvimento. A Conferência levou à criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e a maior compreensão da urgência de se adotar um novo posicionamento diante das questões ambientais. (Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável – Johannesburg: entre o Sonho e o Possível; Maria Carmen Mattana Sequinel).

- 1973: Centro Internacional para Pesquisa no Meio Ambiente e Desenvolvimento. Fundado por Ignacy Sachs. Em 1980 publica uma síntese intitulado Estratégia de Ecodesenvolvimento.

- 1976: Manifesto do Partido Ecológico da Grã-Bretanha. Refere-se pela primeira vez ao conceito de sustentabilidade.

- 1983: Criação da Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED). Presidido por Ms. Brundtland, anteriormente Primeiro Ministro do Meio Ambiente na Noruega. O WECD emite em 1987 o relatório, Nosso Futuro Comum, cuja principal recomendação era a realização de uma Conferência Mundial que abordasse as questões do meio ambiente e do desenvolvimento levantadas.

- Em 1987 foi criado o projeto Cidades Saudáveis da Organização Mundial da Saúde (OMS) que tem por objetivo a melhoria das condições de vida nas cidades européias, utilizando-se de uma abordagem e dos mecanismos de gestão estratégica. Segundo a OMS, uma cidade saudável deve, entre outros, ter um ambiente próprio, satisfazer as necessidades fundamentais de todos os seus habitantes, fazer a coletividade participar da administração local e assegurar um acesso fácil aos serviços de saúde.

- Em 1990:
    - foi lançado o Programa das Cidades Sustentáveis pelo centro das Nações Unidas para os Estabelecimentos Humanos (Habitat) que tinha por objetivo principal conferir às autoridades municipais dos países em via de desenvolvimento capacitação em termos de planejamento e gestão ambiental;
    - foi fundado o Conselho Internacional para as Iniciativas Ambientais Locais (ICLEI) no Congresso Mundial dos Governos Locais para um Futuro Sustentável nas Nações Unidas, em Nova Iorque. Esse conselho constitui-se em uma rede de órgãos locais e tem por objetivo facilitar a troca de experiências entre cidades e outros aglomerados. Esse por sua vez também promoveu o Programa local das Comunidades-modelo da Agenda 21 local;
    - foi publicado o Livro Verde sobre Ambiente Urbano, dando início a um novo foco, ao nível da Europa, sobre questões urbanas. Esse livro considera que os problemas urbanos têm que ser vistos holisticamente e suas soluções encontradas utilizando-se de uma abordagem integrada;
    - foi publicado pela OCDE o documento Políticas Ambientais para Cidades nos Anos 90, demonstrando a preocupação internacional quanto às questões ambientais nas cidades;
- Em 1991 foi assinada a Declaração de Toronto sobre as cidades e o seu ambiente com o objetivo de elaborar planos de desenvolvimento sustentável para as 130 cidades que assinaram.

- Em 1992:

  - foi assinado o Compromisso de Curitiba por quarenta e cinco cidades que participaram do fórum Urbano Mundial associado à Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas. Esse Compromisso constitui um plano geral de ação que poderia ser seguido pelas cidades quando da elaboração de planos de ação na busca do desenvolvimento sustentável, após consulta das respectivas comunidades locais;

  - foi estabelecido o 5° Programa de Ação Ambiental na Europa que introduziu a política de desenvolvimento sustentável através de uma abordagem integrada com todos os atores envolvidos. Nele estavam previstas ações em áreas relacionadas ao ambiente urbano;

  - após a publicação do Relatório Brundtland, a Assembléia Geral das Nações Unidas decidiu decidiu realizar a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento no Rio de Janeiro, também conhecida como Cúpula da Terra, Conferência do Rio ou simplesmente Rio-92 gerou os seguintes documentos: Agenda 21, programa de ação global com quarenta capítulos; Declaração do Rio, conjunto de vinte e sete princípios que deveriam conduzir a interação dos seres humanos com o planeta; Declaração de Princípios sobre Florestas; Convenção sobre Diversidade Biológica e Convenção-Quadro sobre Mudanças Climáticas.

- Em 1993:

  - foi lançada na Europa a primeira fase do projeto Cidades Sustentáveis, para o período 1993 a 1996, como uma iniciativa conjunta da Comissão Européia (DGXI) e do Grupo de Peritos sobre o Ambiente Urbano, instituído em 1991. Esse projeto tinha por finalidade contribuir para o desenvolvimento de idéias sobre sustentabilidade urbana em ambientes urbanos europeus. Ele está estreitamente ligado a outros programas, como, por exemplo, o Programa de Gestão Urbana do PNUD/Banco Mundial/CNUEH e o Programa de Melhoramento do Ambiente nas Metrópoles do PNUD/Banco Mundial;

- aprovado em Fevereiro de 1993, o 5º Programa de Ambiente da Comunidade Européia, dedicando, pela primeira vez, atenção aos problemas urbanos que são incluídos entre os “Temas e metas do programa”, embora com uma abordagem muito limitada e com ênfase na temática do ruído;
- foi publicado o Relatório denominado "O Ambiente Europeu - Dobris Avaliação" contendo uma análise detalhada do estado do ambiente nas áreas urbanas européias.

- Em 1994:
  - foi assinada a Carta Aalborg - Carta das Cidades Européias para a Sustentabilidade, ao final da primeira Conferência Européia sobre Cidades Sustentáveis. Essa carta propõe diretrizes de ação para a sustentabilidade das cidades européias, com o objetivo de atingir uma maior igualdade social, o desenvolvimento econômico sustentável, padrões mais sustentáveis de uso do solo, auto-governabilidade local, preservação do meio ambiente e um maior equilíbrio entre cidade e campo;
  - o movimento intitulado “Projeto de Cidades Européias Sustentáveis”, em 1993, deu origem à “Campanha das Cidades Sustentáveis”. Este movimento envolve já quinhentos e quarenta autoridades locais empenhadas no desenvolvimento de políticas e ações locais que contribuam para a sustentabilidade.

- Em 1996:
  - foi adotada a Agenda Habitat por governos, autoridades locais e sociedade civil organizada na Conferência Habitat II em Istambul - Turquia que é identificada por um conjunto de objetivos estratégicos (associação e participação, descentralização e fortalecimento, rede de trabalho e o uso da informação no processo de tomada de decisão, e eqüidade por sexo, raça e etnia) e instrumentos-chave (indicadores e melhores práticas documentadas) como suporte na implementação e monitoramento de planos de ação para encontrar o par de objetivos de "Moradia para Todos" e "Desenvolvimento Sustentável Urbano";

- foi aprovado o Plano de Ação da Cúpula das Américas sobre Desenvolvimento Sustentável pelo presidente da Organização dos Estados Americanos (OEA) na Conferência de Cúpula de Santa Cruz da Serra – BO, esse foi o primeiro Plano de Ação para Desenvolvimento Sustentável das Américas que contemplava ações nas áreas de saúde e educação, agricultura sustentável e florestas, sustentabilidade de cidades e comunidades, recursos hídricos e áreas costeiras e energia e minerais. Nessa Conferência os chefes de estado e de governo reafirmaram suas determinações na direção do desenvolvimento sustentável e reafirmaram os compromissos assumidos na Declaração de princípios e Plano de Ação da Conferência de Cúpula das Américas realizada em Miami, em 1994;
- foi estabelecido em 1991 um Grupo de Peritos em Ambiente Urbano que apresentou um importante relatório em 1996 dedicado ao tema "Cidades Européias Sustentáveis". Neste relatório propõem-se quatro princípios essenciais que devem ser usados no estabelecimento de metas e na medição e acompanhamento dos progressos em direção a sustentabilidade das zonas urbanas, designadamente os princípios da gestão urbana, da integração política, da reflexão ecossistêmica e da cooperação e parceria.

- Em 1997:
  - foi publicada a Comunicação Européia intitulada "Na direção de uma Agenda Urbana na União Européia". Nela a União Européia indica a intenção de examinar políticas européias do ponto de vista de seus impactos urbanos e melhorar a integração política a nível urbano. Essa comunicação foi importante, pois ela lançou uma grande discussão sobre esse tema;
  - foi lançado a Auditoria Urbana com o objetivo de se obter mais informações sobre os centros urbanos europeus e as cidades menores, possibilitando uma avaliação dos seus estados individualizados e acesso a informações comparativas de outras cidades. Para tal foram desenvolvidos indicadores que cobrem cinco áreas: aspectos sócio-econômicos; participação na vida civil; treinamento e educação; meio ambiente e cultura e lazer;
  - sessão Especial da Assembléia Geral das Nações Unidas, conhecida como Rio+5, foi realizada para revisar a implementação da Agenda 21, uma série de lacunas

foram identificadas, particularmente no que se refere as dificuldades para se alcançar a eqüidade social e reduzir os níveis de pobreza. A Rio+5 reforçou a necessidade de ratificação do que ficou acordado an Rio-92 e de maior eficiência na implementação do crescente número de convenções e acordos internacionais referentes ao meio ambiente e desenvolvimento.

- Em 1998 foi apresentada uma estrutura de ação para o Desenvolvimento Sustentável Urbano como resposta a Comunicação Européia anteriormente citada, contida no documento "Desenvolvimento Sustentável Urbano: uma Estrutura Européia para Ação". Essa estrutura se constituiu num Plano da Comissão Européia, a fim de se aumentar à efetividade das políticas européias e instrumentos fornecidos pelo Tratado de Amsterdã (o qual estabelece o Desenvolvimento Sustentável como objetivo explicito da União Européia, bem como fortes requerimentos para a integração política, incluindo ainda combate a indiscriminação e exclusão social, como novos campos de ação). Ela foi organizada considerando-se quatro objetivos políticos interdependentes: fortalecimento da prosperidade econômica e emprego em centros urbanos e cidades menores; promoção de igualdade, inclusão social e regeneração em áreas urbanas; proteção e melhoria do ambiente urbano: através da sustentabilidade local e global; contribuição para a gestão urbana e fortalecimento local. No âmbito desses objetivos políticos estão propostas vinte e quatro ações que seguem as regras das políticas da Comunidade que elas se relacionam.

- Em 1999 a Agência Européia do Ambiente (AEA) estabeleceu um programa de trabalho que procura evitar sobreposições com as iniciativas de outras entidades. As cinco principais linhas de orientação podem ser sintetizadas da seguinte forma:
  - Considerar o ambiente urbano como um nível específico de integração da informação ambiental;
  - Fazer refletir ao nível das instituições locais as atividades da agencia em matéria de caracterização do estado do ambiente;
  - Estabelecer conjuntos de indicadores de ambiente urbano aceites regionalmente;

▪ Articular, ligar em rede e coordenar iniciativas de troca de informação e experiência;

▪ Posicionar-se no cruzamento de iniciativas "*top-down*", "*bottom up*", e transetoriais.

- Em 2001 foi lançada a Declaração sobre Cidades e Assentamentos Humanos no Novo Milênio no âmbito da Conferência Istambul +5 realizada em Nova Iorque. Essa Conferência teve por objetivo rever a implementação da Agenda Habitat, reconhecer o progresso alcançado e identificar obstáculos e questões emergentes, reafirmando os compromissos assumidos para implementar completamente a Declaração de Istambul sobre Assentamentos Humanos e a Agenda Habitat, além de decidir com relação à adoção de novas iniciativas. Essa Declaração expõe que a Declaração de Istambul e a Agenda Habitat permanecerão como estrutura básica para o Desenvolvimento Sustentável dos Assentamentos Humanos nos anos que virão.

- Em 2002, no período entre 26 de agosto a 4 de setembro, foi realizada pelas Nações Unidas a Conferência de Desenvolvimento Sustentável, em Johannesburgo – África do Sul, com o objetivo de fazer um balanço de 10 anos dos acordos firmados no Rio de Janeiro em 1992, e definir cenários futuros para implantação do desenvolvimento sustentável no mundo. Essa nova Conferência levaria à definição de um plano de ação global, capaz de conciliar as necessidades legítimas de desenvolvimento econômico e social da humanidade, com a obrigação de manter o planeta habitável para as gerações futuras.

Apêndice 9.3

Fontes Sonoras – Propriedades

As fontes sonoras são dispositivos complexos, nas quais a emissão se dá, basicamente, devido a mecanismos de vibração de sólidos ou escoamento de fluidos.

Adicionalmente cada dispositivo pode apresentar diversos regimes de funcionamento, assim como cada regime pode ser caracterizado do ponto de vista de sua emissão sonora. Assim, por exemplo, um veículo pode circular em uma determinada velocidade em uma via, produzindo ruído devido ao funcionamento do motor (fonte 1) e à interação dos pneus com a superfície da camada de pavimentação da via (fonte 2). Neste caso, a cada velocidade atingida (regime A), a emissão sonora pode variar. Considerando um outro regime – carro na condição de parado (regime B), o veiculo emitirá ruído devido ao funcionamento do motor (fonte 1) e ao movimento dos gases de combustão no sistema de escapamento de gases (fonte 3).

Portanto, como se depreende, a caracterização de uma fonte sonora, sob o ponto de vista acústico, é bastante complexa. Devem ser especificadas, de pleno, as fontes e os regimes.

Para a caracterização das fontes são definidas e utilizadas algumas grandezas e propriedades como as indicadas em seguida.

1. Potência Sonora

Considerando a modelagem da fonte sonora e as características físicas do ruído emitido, o ponto inicial a ser considerado dentro da questão da poluição sonora urbana é a sua potência sonora. Esta é definida como sendo a energia sonora desprendida pela fonte

por unidade de tempo, e o nível de potência sonora é definido matematicamente pela seguinte expressão:

$$NWS = 10 \log \frac{w}{w_0}$$

Onde:

- NWS = nível de potência sonora;
- w = potência sonora da fonte;
- $w_0 = 10^{-12}$ Watt = potência sonora de referência.

Assim, tomando como exemplo a potência acústica de uma turbina a gás, 1 watt potência acústica corresponde a um nível de potência acústica de 120 dB.

O conhecimento do nível de potência sonora da fonte possibilita prever, através de fórmulas empíricas ou através de programas computacionais de acústica previsional, o nível de pressão sonora, definido matematicamente pela expressão indicada em seguida, que poderá ser percebido em qualquer ponto afastado da fonte. Em outras palavras ele é um dado fundamental para se poder caracterizar a fonte sonora e estimar o nível de pressão sonora que alcança um dado receptor, considerando-se as características do meio em que este irá se propagar.

$$NPS = 10 \log_{10} \left[\frac{p^2}{p_0^2} \right] = 20 \log_{10} \left[\frac{p}{p_0} \right]$$

Onde:

- p é a pressão medida;
- p_0 é a pressão de referência (2 x 10^{-5} Pascais).

Existe uma tentativa mundial, assim como no Brasil, de caracterização da potência sonora de fontes (etiquetagem sonora), visando, diretamente, uma hierarquização da qualidade sonora e, indiretamente, uma obrigatoriedade velada da redução da emissão sonora.

A caracterização da fonte sonora pode ser complementada através da descrição de como a energia sonora emitida se distribui no domínio das freqüências – o seu espectro.

2. Análise Tempo-Freqüência

Normalmente a maioria dos ruídos ambientais presentes no espaço urbano é uma combinação de ruídos emitidos por diversas fontes, constituindo-se em uma mistura complexa de muitas diferentes freqüências. Como a distribuição da energia em função da freqüência muitas vezes varia com o tempo, obriga a utilização de ferramentas apropriadas, destinadas a realizar uma análise do tipo tempo-freqüência.

Mesmo sendo a fonte estacionária (ver item 7), é importante obter informações sobre o seu conteúdo espectral por diversas razões. Uma delas refere-se ao fato de que o sistema auditivo humano não é igualmente sensível para todas as freqüências sonoras, sendo mais sensível a altas do que as baixas freqüências.

Pesquisas realizadas sobre a percepção do volume e do incômodo provocado pelo ruído em função da freqüência conduzirem a duas noções importantes: o *Loudness* (Sonoridade ou audibilidade) e o *Noysiness* (Ruidosidade). Como será visto adiante, a simplificação dessas noções conduziram a utilização do dB (A), que constitui-se, às vezes, numa distorção de suas aplicações na avaliação do incômodo provocado pelo ruído.

Além da identificação da contribuição no domínio das freqüências para fins de avaliação de incômodo, torna-se importante a caracterização frequencial para fins de implantação de tratamento acústico. Com efeito, no caso de ruído cuja energia sonora se situa nas baixas freqüências, dois fatos são importantes:

- a atenuação do ruído pelo ar é mais importante nas altas freqüências, fazendo com que, a grandes distâncias das fontes urbanas, o ruído seja de baixa freqüência. Contudo, os métodos atuais de avaliação do incômodo subestimam os efeitos negativos causados pelas baixas freqüências;
- os tratamentos acústicos convencionais (materiais absorventes, barreiras e silenciadores) são menos eficientes em baixas freqüências do que em altas freqüências, tendo em vista que estas possuem um menor comprimento de onda, contrariamente as baixas freqüências que possuem um comprimento de onda maior,

independentemente da velocidade do som no meio (no ar é igual a 340 m/s), de acordo com a seguinte relação:

$$l = \frac{c}{f}$$

Onde:

- λ é o comprimento da onda;
- *c* é a velocidade do som no meio;
- *f* é a freqüência.

A Figura 24 mostra a distribuição da energia sonora de três diferentes tipos de ruído. O primeiro exemplo refere-se a um tom puro (som senoidal), cuja amplitude máxima não varia e o segundo, a um som periódico (onda retangular). Ambos possuem um espectro em freqüência discreto. O terceiro a um som cuja amplitude varia de uma forma aleatória no tempo, fazendo com que seu espectro frequencial seja contínuo.

Normalmente esta distribuição da energia sonora em função da freqüência é denominada Densidade Espectral de Potência ou simplesmente espectro, que é obtido a partir da análise espectral.

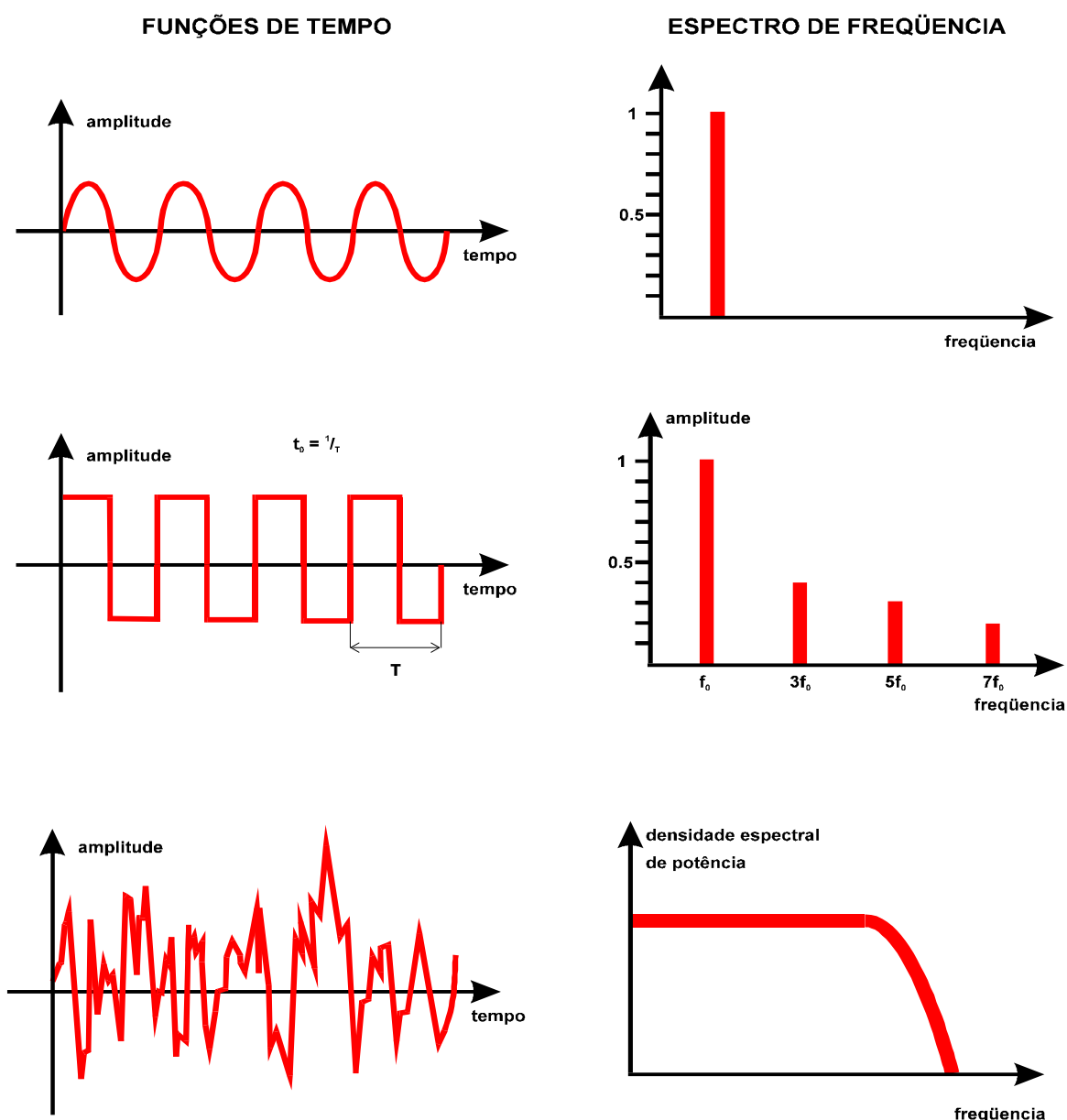
O espectro é uma distribuição da energia sonora em função da freqüência. Em geral é uma representação complexa. Representações simplificadas foram propostas, baseadas nas propriedades de percepção em freqüência dos sons. As mais populares são as análises por faixas ou terças de oitavas.

Fonte: BROCH apud SOUSA (1996).

Figura 24 – Som Puro, Periódico e Não Periódico

Esta análise é realizada para faixas de freqüências normalizadas, considerando-se as freqüências audíveis pelo ser humano (20 Hz a 20.000 Hz), cuja série mais comum de freqüências centrais utilizadas é a mostrada no Quadro 30:

Quadro 30 – Faixas de Freqüências Normalizadas (em Hz).

Baixas freqüências			Médias freqüências		Altas freqüências		
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA

3. Direcionalidade

Um outro fator a ser considerado em se tratando da fonte sonora no espaço urbano é a sua direcionalidade.

Uma fonte de ruído em campo livre gera um campo sonoro que apresenta uma repartição característica do fluxo de energia sonora, em função das freqüências. Essa repartição em campo afastado é caracterizada pela sua direcionalidade em função dos ângulos de Euler. Assim, uma pessoa falando emite mais energia para frente do que para trás.

4. Fator de Utilização

Outra questão a ser considerada, em se tratando da fonte, é o seu fator de utilização, ou seja, a percentagem de tempo em que a fonte permanece ligada.

Indubitavelmente o tempo de operação da fonte é um fator preponderante a ser considerado na avaliação da exposição sonora e do incômodo causado à população.

5. Envelhecimento Sonoro

Além das propriedades acústicas das fontes sonoras serem ligadas aos seus regimes de funcionamento, deve-se considerar, também, o estado de conservação das fontes. Com o passar do tempo o equipamento envelhece, manifestando-se através de folgas e fissuras nas chapas, além de outros defeitos mecânicos. Mesmo pela implementação de um programa de manutenção (preventiva ou corretiva), com o objetivo de restabelecer a qualidade mecânica do equipamento, em geral, em alguns casos, não é possível retornar a condição inicial, principalmente, em relação aos níveis de ruído e vibração. Tipicamente, os níveis de ruído e vibração de um equipamento aumentam até a manutenção seguinte, sofrem redução após a intervenção de manutenção, mas retornam ao regime operacional emitindo níveis de ruído e vibração mais elevados. Após várias intervenções para manutenção sucessivas no tempo, o equipamento tem que ser

substituído por razões diversas que, normalmente, não são relacionadas a emissão sonora.

Generalizando para um parque tecnológico, o ruído emitido pelo conjunto depende do estado de integridade dos equipamentos, a qual depende da vida útil do conjunto de equipamentos. Assim, pode-se dizer que o envelhecimento de um parque tecnológico tem por resultado o aumento da emissão sonora (potência acústica instalada).

Raciocínio semelhante pode ser aplicado a um sistema de transporte, cuja emissão sonora é intrinsecamente relacionada com a idade média da frota. Todavia, a solução para este problema passa por uma renovação do parque tecnológico ou da frota de veículos que envolve, em geral, gastos de investimento de grande monta, nem sempre disponíveis.

Exemplos típicos são encontrados em grandes indústrias. Pode-se dizer que o ponto mais frágil mecanicamente, relacionado com a emissão sonora, são os silenciadores instalados nos sistemas de admissão e escape de ar/gases, nos quais, a parte absorvente tende a ser arrastada pelo escoamento do fluido, reduzindo a eficiência do dispositivo. O mesmo se dá com os veículos a motor.

6. Seleção e Evolução Tecnológica da Fonte

Consideradas as opções tecnológicas existentes atualmente, torna-se possível, em muitos casos, selecionar equipamentos mais silenciosos para a realização de uma mesma determinada tarefa.

Como exemplo pode-se citar as opções disponíveis para bate-estacas – existem dois tipos de tecnologias para bate-estacas: a de impacto e a vibratória, sendo a primeira muito mais ruidosa que a segunda e para os dispositivos para desmonte de rochas – utilização de explosivos ou materiais com propriedades expansivas.

Para fins de ilustração, descreve-se, sucintamente, a evolução tecnológica dos motores a reação das aeronaves. Os primeiros motores eram a jato puro, cujo ruído emitido era muito elevado e gerado na interface da mistura entre o jato quente e o ar frio, do

ambiente externo. Após este primeiro tipo de motor, foi proposto um outro tipo – a baixa taxa de diluição (2:1), onde uma parte do ar que entrava no motor era desviada, através de um by-pass, para reduzir o efeito do contato entre o jato quente e o ar frio. Este novo motor apresentou uma emissão sonora menor (10 dB a menos). Atualmente as aeronaves modernas são equipadas com motores a alta taxa de diluição (8:1), cuja emissão sonora é da ordem de 10 dB abaixo do motor a baixa taxa de diluição (segunda geração).

Atualmente, nos países em desenvolvimento, a substituição de aeronaves ruidosas por aeronaves menos ruidosas constitui-se, por razões econômicas, em uma questão intransponível, a curto prazo. O fato este ocorrido recentemente com a aeronave presidencial brasileira que foi impedida de pousar em aeroporto estrangeiro, ilustra os entraves que estão sendo postas à operação destas aeronaves nos países com regulamentação mais rigorosa quanto à poluição sonora.

Tendo em vista o alto custo envolvido com a substituição de aeronaves, outras soluções foram adotadas, entre as quais, a troca por motores menos ruidosos ou a adaptação de silenciadores (*hushkits*), o que envolve gastos menores. No entanto estas soluções podem reduzir o desempenho das aeronaves, além de não atingir os níveis de emissão sonora técnicos das aeronaves de tecnologia atual (marginalmente conforme).

7. Características Temporais das Fontes e dos Campos

A caracterização das fontes deverá, também, levar em conta as suas características temporais. Esta identificação torna-se importante, pois possibilita tomar uma série de decisões, que vão desde a seleção do procedimento de medição deste ruído, perpassando pela diferenciação dos critérios de ruído a serem tomados como referência num processo de caracterização da exposição sonora, até a avaliação do incômodo causado na população.

Para a avaliação do incômodo, existe uma proposta do pesquisador ROBINSON para a adoção de uma métrica de avaliação do incômodo pelo ruído, na qual é dada importância ao valor da variabilidade do ruído, expressa através do NPL (*Noise Polution Level*).

Dentro deste domínio, as fontes sonoras podem ser então classificadas como:

- fontes estacionárias, o ruído emitido não sofre grandes variações com o tempo. Por exemplo, o ruído emitido por uma Termelétrica;
- fontes não-estacionárias, o ruído emitido sofre variações com o tempo. Por exemplo: ruído de tráfego, que é flutuante, cujo nível de pressão sonora varia significativamente com o tempo (porém não impulsivamente). Existem também as fontes intermitentes, cujo ruído emitido sofre interrupções regulares ou irregulares, durante certos períodos de tempo e cujos eventos sejam superiores a 5,0 segundos.
- fontes impulsivas, o ruído emitido caracteriza-se por breves estantes, com duração, usualmente, inferior a 1,0 segundo;

8. Modelo Simplificado de Fontes

Para deduzir algumas propriedades das fontes reais, costuma-se utilizar modelos simplificados, entre os quais, os mais comuns, são a fonte pontual fixa omnidirecional e a fonte linear.

8.1 Fonte Pontual Fixa Omnidirecional

Toda fonte de dimensões finitas, observada de longe, se comporta como uma fonte pontual. A fonte omnidirecional emite em todas as direções o mesmo fluxo de energia. Dentro destas condições, pode-se assumir que o valor do campo de intensidade sonora (I), a uma certa distância da fonte, é obtido dividindo a potência da fonte pela área de uma esfera centrada na fonte, cujo raio *r* é igual a distância da fonte ao ponto de observação.

$$I = \frac{W}{4p\, r^2}$$

E o nível de intensidade sonora (NIS), em um ponto situado a uma distância r da fonte, assim como o nível de pressão sonora (NPS), se deduz do nível de potência sonora (NWS) da fonte por:

$$NIS = NWS + 10\log\left(\frac{1}{4\pi r^2}\right)$$

Onde:

- NWS é o nível de potência acústica da fonte;
- NIS é o nível de intensidade acústica do campo sonoro na distância *r* da fonte, que é igual ao nível de pressão sonora NPS.

Assim sendo pode-se verificar que, quando a distância r é multiplicada por dois, o nível de intensidade sonora e o nível de pressão sonora são reduzidos de 6dB. Diz-se, neste caso, que o campo sonoro é submetido à lei do 6 dB/dd.

8.2 Fonte Linear

No caso de uma fonte linear perfeita, como, por exemplo, uma estrada retilínea com uma densidade uniforme de tráfego ao longo de seu traçado, ou um duto irradiando uniformemente ao longo de toda sua extensão, as ondas sonoras se propagam a partir de uma forma linear, gerando uma série de superfícies concêntricas cilíndricas. O campo sonoro, em função dessas superfícies formadas, apresenta também simetria cilíndrica, permitindo deduzir que o campo de intensidade sonora é expresso pela relação entre a potência sonora w, definida em Watts e a área do cilindro:

$$I = \frac{W}{2\pi r}$$

E o nível de intensidade sonora NIS, em dB, é dado por:

$$NIS = NWS + 10\log\left(\frac{1}{2\pi r}\right)$$

Onde:

- NWS é o nível de potência acústica por metro linear de fonte;

- NIS é o nível de Intensidade acústica do campo sonoro na distância *r* da fonte.

Neste caso, pode se dizer que quando a distância r é multiplicada por dois, o nível de intensidade sonora e o nível de pressão sonora são reduzidos de 3dB. Diz-se, neste caso, que campo sonoro é submetido à lei de 3dB/dd.

8.3 Fontes Pontuais Direcionais

Em geral, as fontes sonoras reais são direcionais, emitindo mais potência em uma dada direção do que em outra. Para estes casos, devido a não uniformidade na distribuição, se faz necessário calcular o fator de diretividade Q:

$$Q = \frac{I(r,q,f)}{W/4pr^2} = \frac{4pr^2 I(r,q,f)}{W}$$

Onde:

- Q é o fator de diretividade;
- W é a potência da fonte sonora.
- ? e f são os ângulo definindo a direção de irradiação.

E o nível de pressão sonora (NPS), para uma fonte situada <u>ao nível do solo</u>, é definido pela seguinte expressão:

$$NPS = NWS - 10 \log 2p\ r^2 + 10 \log Q$$

Onde:

- NWS é o nível de potência sonora;
- r é a distância da fonte;
- Q é o fator de diretividade.

Apêndice 9.4

Sistema de Certificação Acústica de Aeronaves

Uma das mais efetivas medidas adotadas no controle de ruído aeronáutico é a atenuação na fonte. Assim, a produção de aeronaves menos ruidosas é importante na prevenção do incômodo percebido pelas populações vizinhas aos aeroportos. Neste sentido, os organismos internacionais, que tratam da questão do ruído aeronáutico, adotam um sistema de certificação acústica das aeronaves.

A partir da Convenção sobre Aviação Civil Internacional, conhecida por Convenção de Chicago, a ICAO (Organização da Aviação Civil Internacional) adotou normas e práticas recomendadas no âmbito da aviação civil internacional designadas como Anexos à Convenção. Dentre estes se encontra o Anexo 16 – Proteção do Ambiente que inclui os padrões para a homologação acústica de aeronaves, tendo como base as tecnologias existentes e suas evoluções (ICAO, 1988).

Esta regulamentação se aplica à certificação de aeronaves supersônicas; com motor à reação (subsônicas); a hélice e de helicópteros. Através desta certificação classificam-se as aeronaves (incluindo as leves a hélice e os helicópteros) em diversas categorias, cada umas delas objeto de um Capítulo do Anexo 16, conforme a seguir.

- **NC - não classificadas** – aviões fabricados nas décadas de 50 e 60, dotados com a primeira geração de motores, extremamente ruidosos e que não atendem aos limites de ruído fixados no Capítulo 2. Ex: B707, DC08, Caravelle e similares;
- **Capítulo 2** – aviões fabricados até 1977 equipados com a segunda geração de motores à reação, com baixa taxa de diluição, considerados medianamente ruidosos, e que não atendem aos limites de ruído fixados no Capítulo 3. Ex: B-727-200, B-737-200 ADV, Learjet série 20, B-747-100, DC-09 e similares.

- **Capítulo 3** – aviões mais modernos, equipados com a terceira geração de motores à reação, com alta taxa de diluição, considerados pouco ruidosos. Ex: F100, B737/300, 400 e 500, DC-10/30, MD11, A340, A300, etc.
- **Capítulo 5** – aviões a hélice, com peso superior a 5.700kg, cujo protótipo foi aceito antes de janeiro de 1985.
- **Capítulo 6** – aviões à hélice, com peso até 9.000 Kg, cuja certificação foi homologada até novembro de 1988.
- **Capítulo 8** – todos os helicópteros, com exceção dos utilizados na agricultura, no combate a incêndio, e alguns de transporte.
- **Capítulo 10** – aviões a hélice, com peso até 9.000 Kg, cuja certificação foi homologada após novembro de 1988.
- **Capitulo 11** - – helicópteros, cuja massa máxima de decolagem é de 2730Kg (pode usar capítulo 8).

Em junho de 2001 foi adotado pela ICAO um novo padrão de ruído - Capítulo 4 -, mais restrito que aquele contido no Capítulo 3, que entrará em vigor a partir de janeiro de 2006.

Considerando as aeronaves subsônicas pode-se dizer que as aeronaves classificadas no Capítulo 2 são consideradas mais ruidosas que as do Capítulo 3.

O Brasil adotou o sistema de certificação. No entanto ainda será permitido o tráfego de aeronaves Capítulo 2 até 2010 (na CE está vedada a utilização destas aeronaves desde 2002).

Apêndice 9.5

Emissões Sonoras das Usinas Termelétricas - UTEs

As atuais Unidades Termelétricas que operam segundo o arranjo do ciclo de combustão a gás tendem a gerar mais ruído do que as UTEs tradicionais, em função da mais alta potência gerada e do aumento da velocidade .

Inúmeras são as fontes de ruídos presentes nesta tipologia de termelétrica. Assim estas máquinas, para serem estudadas, deverão ser entendidas como um sistema de fontes, em vez de uma única fonte de ruído (fonte pontual).

As principais fontes de ruído são:

- as entradas e saídas de ar, tanto para a alimentação do gás quanto para o sistema de resfriamento dos compartimentos da turbina e do gerador;
- o sistema de enclausuramento da turbina e do compressor;
- o sistema de escapamento de gases;
- as partes e elementos móveis da turbina a gás.

O espectro do ruído produzido por uma turbina de combustão estacionária é similar ao de uma turbina de avião: largo por natureza, contendo componentes de alta freqüência, causados pelo compressor e pela turbina e componentes de baixa freqüência, resultado da reação de combustão e do fluxo de exaustão dos gases queimados. Para se ter uma idéia a audição humana encontra-se compreendida numa faixa que vai do zero decibel (0 dB), que corresponde ao menor som audível numa freqüência de 1.000 Hz e a uma pressão sonora de 2 x 10^{-5} N/m equivalente no ar a uma intensidade de 10^{-12} W/m^2, a 140 dB, que corresponde a uma pressão sonora de 200 N/m^2, onde provavelmente ocorra a ruptura do tímpano, lesando definitivamente o aparelho auditivo.

Os Quadros 31 a 39 apresentados a seguir, descrevem os espectros por faixa de oitavas das principais fontes de ruído de um turbo-gerador de uma UTE incorporando alguns dispositivos de controle de ruído:

Quadro 31 – PWL Compartimento da Turbina

dB(A)	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
115	119	118	120	113	110	108	107	106	102

Fonte: BIODINÂMICA, 2000.

Quadro 32 – PWL Gerador T600

dB(A)	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
107	113	117	120	108	97	95	95	91	89

Fonte: BIODINÂMICA, 2000.

Quadro 33 - PWL Residual da Admissão de Ar - Filtro Estático com Persianas

dB(A)	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
98	116	109	101	84	92	90	92	90	86

Fonte: BIODINÂMICA, 2000.

Quadro 34 - PWL Irradiada pelo Duto de Admissão

dB(A)	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
101	103	105	100	94	90	86	98	95	93

Fonte: BIODINÂMICA, 2000.

Quadro 35 - PWL da Ventilação dos Componentes

dB(A)	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
97	105	104	102	98	93	92	89	87	80

Fonte: BIODINÂMICA, 2000.

Quadro 36 - Irradiação do Duto de Transição e do Silenciador (*)

dB(A)	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
103	118	113	108	102	96	97	97	91	93

(*) Silenciador de 10 ft verticais

Fonte: BIODINÂMICA, 2000.

Quadro 37 - PWL no Plano de Saída do Silenciador (*)

dB(A)	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
115	130	126	123	114	111	109	108	101	93

(*) Silenciador de 10 ft verticais, com efeito de diretividade de 90º

Fonte: BIODINÂMICA, 2000.

Quadro 38 - PWL Refrigeração com Quatro Ventiladores (*)

PWL	dB(A)	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Aspiração	112	86	95	101	107	107	104	100	92
Exaustão	107	81	90	96	102	102	99	95	87

(*) Ventiladores: 860 rpm/MN (60Hz)

Fonte BIODINÂMICA, 2000.

Quadro 39 - PWL Considerando Todas as Principais Fontes de Ruídos

dB(A)	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
119	131	127	126	117	115	113	112	108	104

Fonte: BIODINÂMICA, 2000.

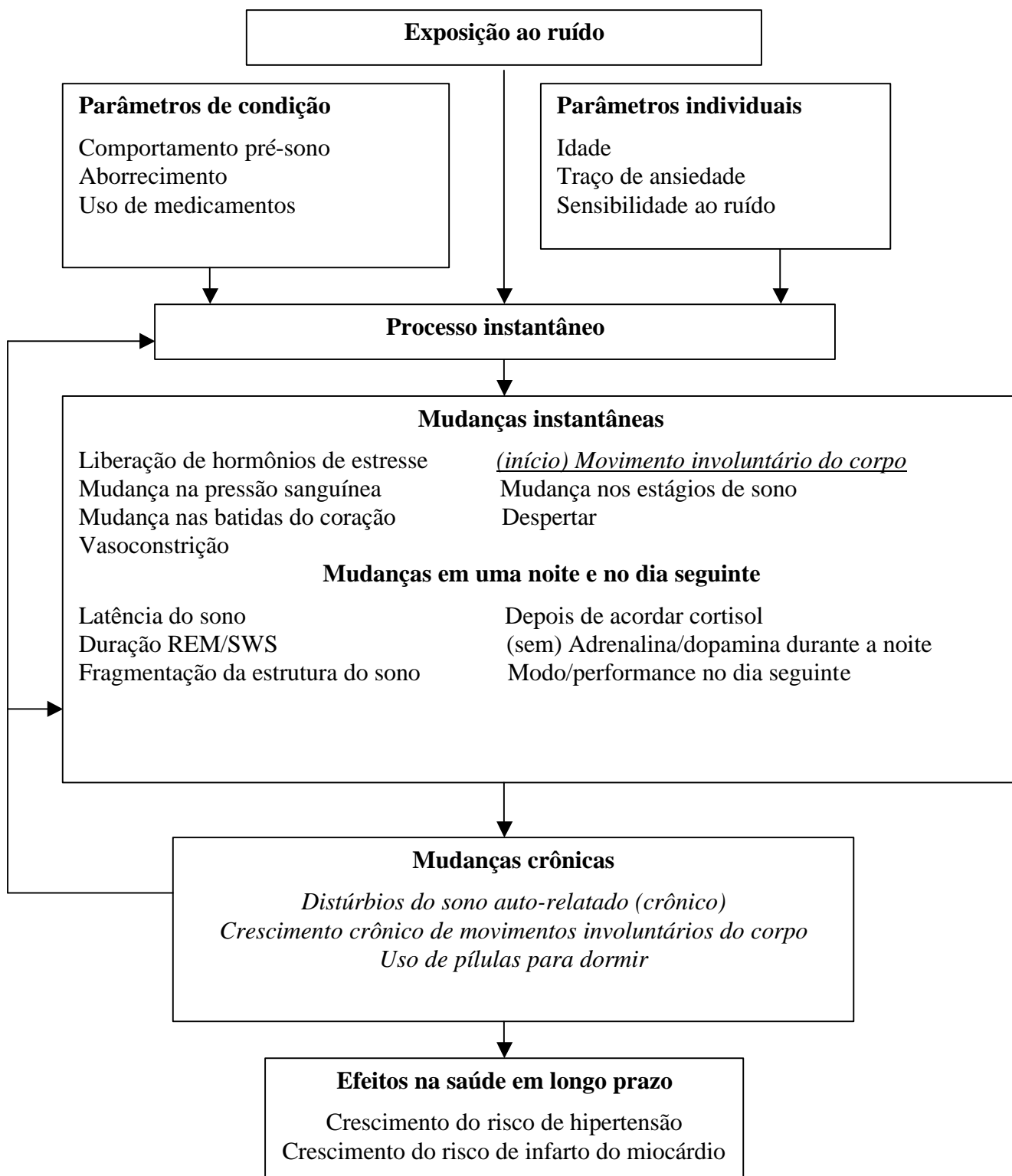
O Quadro 39 apresenta os níveis de ruído por faixas de oitavas calculadas a partir dos espectros apresentados nos 31 a 38. Pode-se verificar que um único turbo-gerador, dotado de silenciadores no sistema de entrada de ar e no de exaustão, além de enclausurado, possui um nível de potência acústica instalada (PWL) de 119 dB(A), que corresponde a um nível de pressão sonora de 111 dB(A), à distância de 1 metro. Caso a configuração da UTE seja de dois turbocompressores similares ao anterior exemplificado, o nível de potência acústica instalada é de 122 dB(A), que corresponde a um nível de pressão sonora de 114 dB(A) à distância de 1 metro do mesmo. Ao interpretar o espectro por faixas de oitavas, demonstrado no Quadro 39, pode-se constatar que as turbinas a gás possuem uma contribuição significativa nas baixas freqüências, devido, principalmente, ao sistema de exaustão. Este tipo de ruído, pouco atenuado pela absorção do ar em função de seu comprimento de onda, se propaga a grandes distâncias. Conseqüentemente, se não atenuado adequadamente, pode-se constituir em uma particular fonte de incômodo.

Apêndice 9.6

Efeitos Não-Auditivos – Mecanismos e Fundamentos

1. Distúrbios do Sono

O sono é um estado de repouso relativamente frágil que pode ser interrompido através de estímulos diversos, dentre os quais o ruído, que se constitui em uma das principais causas. Com efeito, estima-se que 80% a 90% dos casos relatados de distúrbio do sono em ambientes ruidosos estejam associados ao ruído ambiental (WHO,1999).

De acordo com CE (2002f), os efeitos do ruído no sono podem ser desencadeados, considerando três estágios de efeito, de acordo com a estrutura apresentada na Figura 25.

Nota: Os efeitos mencionados são exemplos e não necessariamente advém de efeitos do ruído no sono.

Fonte: CE, 2002f.

Figura 25 – Estrutura Conceitual – Distúrbio do Sono.

Como se pode ver na Figura 25, este processo se inicia durante uma exposição sonora, no período de sono e depende do estado e das características individuais. Essa exposição pode desencadear, imediatamente após a essa exposição, excitação instantânea/reações de estresse e, após uma noite e um dia, mudanças crônicas (possivelmente reversíveis), além do aumento no risco de efeitos irreversíveis na saúde. Cabe ressaltar que ocorre uma realimentação, considerando-se a ocorrência de efeitos significantes e crônicos que influenciam a ocorrência de outros efeitos (relacionados ao estresse). Ademais, não necessariamente, os efeitos instantâneos contribuem para os efeitos na saúde em longo prazo. Mecanismos de controle podem restaurar balanços e prevenir a ocorrência de outros efeitos (CE, 2002f).

O sono é uma sucessão de quatro estágios (Classificação de *Rechtschaffen* e *Kales*, baseada em registros simultâneos de diversos parâmetros - EEG, EOG, EMG) durante os quais os indivíduos são mais ou menos sensíveis a perturbações sonoras. A probabilidade de despertar devido ao ruído é muito mais elevada nos estágios de sono 3 e 4, qualificados como sono profundo, do que nos estágios 1 e 2. Isso indica que a reação a um estímulo sonoro de uma pessoa dormindo, nem sempre é função de sua intensidade, mas da significação subjetiva do estímulo (MOURET & VALLET apud SOUSA, 1996).

O nível de ruído necessário para acordar uma pessoa dormindo depende de vários fatores. O despertar pode ocorrer mediante a uma exposição a um nível de ruído de 55 dB(A) ou mais. A perturbação no sono aparece nos níveis máximos compreendidos entre 45 e 55 dB(A). Note que os valores recomendados pela OMS no interior dos quartos são LAeq,8h = 30dB e o LAmax = 45dB. Entretanto, isto não significa que, para os níveis máximos inferiores a estes valores, não existirá efeito visível de ruído (WHO, 1999).

Apesar de uma pessoa dizer que se habituou ao ruído no período noturno, conseguindo dormir, o corpo continua a reagir através de uma mudança da freqüência cardíaca. Assim, numa noite de sono, um indivíduo que reside próximo a uma auto-estrada pode

ser solicitado mais de 700 vezes e seu coração pode mudar seu ritmo durante a passagem de 3000 veículos ruído (WHO, 1999).

Conseqüências a longo prazo sobre a saúde, em função de uma redução quotidiana da duração do sono, repetida dia após dia durante anos, se traduz, num sentido mais amplo, em perda da qualidade de vida.

2. Interferência com a Comunicação pela Fala

Segundo Handel (apud WHO, 1995), a fala, considerado o método mais antigo de comunicação entre os humanos, é um sinal multidimensional que evoca uma associação lingüística, principalmente baseada na identificação e classificação de modelos padrões relacionados com experiências de audição.

Sinais de fala constituem rápidas flutuações de pressão geradas pela voz, cuja maior parte da energia sonora situa-se entre 100 Hz e 6.000 Hz, sendo que a mais importante energia do sinal transportado entre 300 e 3.000 Hz. Todavia, a fala contém muitas informações extras que não são necessárias para a compreensão e, quando ausentes, não interferem na compreensão.

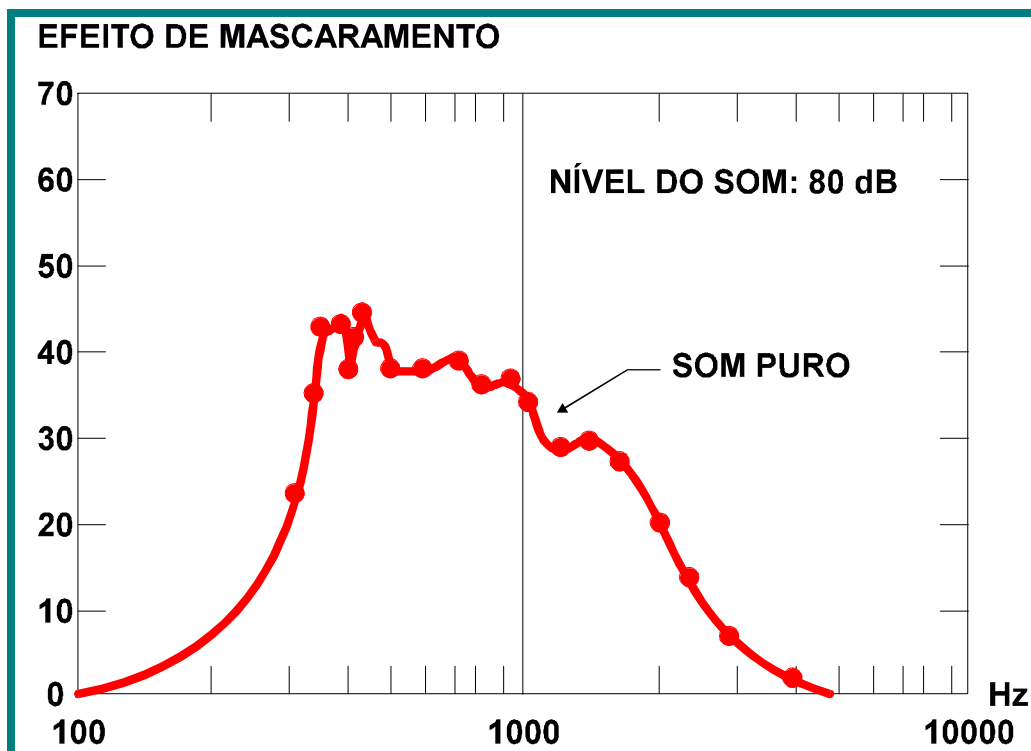
Em presença de um som ou de um ruído perturbador suficientemente forte, um outro som, cujo nível seja aquele correspondente ao limiar de audição, não será percebido. Para que ele venha novamente a ser ouvido, é necessário acrescermos a seu nível uma quantidade n de decibéis. E, nesse caso, dizemos que o som ou o ruído parasita provoca na freqüência útil do som considerado, um efeito de mascaramento de n decibéis (JOSSE apud SOUSA, 1996).

Fonte: JOSSE (apud SOUSA, 1996).

Figura 26 - Efeito de Mascaramento

Na Figura 26, verifica-se que o som de nível de pressão sonora de 80 dB e freqüência de 400 Hz produz a 1000 Hz um efeito de mascaramento de 30 dB. Dessa forma, na presença desse ruído, dizemos que um som de 1.000 Hz não será percebido, a não ser que seu nível não ultrapasse 30 dB.

De um modo geral, este efeito de mascaramento é sempre maior nas freqüências superiores àquelas do som mascarador do que nas freqüências inferiores. E, se o espectro não possui componentes particularmente acentuados, como, por exemplo, ruído de tráfego, aqueles que possuem freqüências muito próximas à freqüência do som mascarado irão intervir neste efeito (JOSSE apud SOUSA, 1996). Em presença deste tipo de ruído, o limiar de percepção pode ser deduzido através da subtração de determinadas quantidades de decibéis por cada faixa de oitava, descritas no Quadro 40.

Quadro 40 - Dedução do Limiar de Percepção de um Som

Freqüência central de oitavas	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**
Limiar da Percepção de um som com relação ao nível de ruído mascarador dentro da banda de oitava considerada	2	6	9	12	13	13

Fonte: JOSSE (apud SOUSA, 1996).

Como exemplo ilustrativo pode-se citar um som puro dentro da oitava de 1.000 Hz, que em presença de um ruído de 85 dB dentro da mesma faixa de oitava, não será percebido se seu nível não ultrapassar 73 dB.

A fala diante da presença de simultâneos ruídos pode também sofrer mascaramento, fazendo com que não seja compreendida pelo ouvinte. A esse efeito notável do ruído, chamamos de interferência na comunicação.

A compreensão da fala é enquadrada dentro de uma faixa que varia de 250 Hz a 7000 Hz, podendo ser dividida em vinte bandas adjacentes, chamadas bandas críticas. Essas apresentam larguras distintas, sendo estreitas a baixas freqüências e largas a altas, permitindo que um ruído presente no ambiente mascare a informação existente em algumas faixas de freqüência, sem afetar a percepção das informações contidas em outras (JOSSE apud SOUSA, 1996).

De um modo geral, para cada uma destas faixas, o nível da palavra varia em torno de um valor médio que atinge -18 dB no sentido negativo e + 12 dB no sentido positivo. Se o nível de ruído ambiente correspondente para cada uma dessas faixas é de -18 dB inferior ao nível médio da palavra, podemos dizer que esse não perturba a percepção da informação, e o índice de inteligibilidade é igual a 1. Contudo, se o nível de ruído ambiente ultrapassa 12 dB o nível médio da palavra, a perturbação da escuta é total, e o

índice de inteligibilidade é igual a 0. Nos casos intermediários, o índice de inteligibilidade varia de 0 a 1 (JOSSE apud SOUSA, 1996).

A inteligibilidade é mais facilmente compreendida como sendo o número de palavras faladas que são perfeitamente percebidas por um ouvinte. Quanto mais intenso for o nível de ruído de mascaramento e mais energia ele contenha nas freqüências da fala, maior será a porcentagem de sons que serão indiscerníveis.

A maioria das sentenças do discurso corrente podem ser entendidas satisfatoriamente bem, ainda que um grande número de sons individuais da fala sejam mascarados devido à redundância da mesma. De forma similar, quando um som particular é mascarado ou omitido, a palavra ou sentença onde isso ocorre pode ser corretamente avaliada por causa da permanência de sons que são suficientes para transmitir o conteúdo principal. Contudo, a interpretação requer compensação para o efeito de mascaramento e adicional esforço no ouvinte (WHO, 1995).

Fatores como familiaridade do ouvinte com o dialeto da linguagem, a importância ou afinidade com a mensagem, a presença de reverberação, a distância entre interlocutores, o limiar da fala, a motivação, a atenção do ouvinte e a perda da audição, podem produzir a degradação na percepção do som. Embora a afinidade entre espectro, nível, características temporais de um ruído mascarado e a inteligibilidade da fala comum serem muito complexas (WHO, idem).

Grande parte da população pertence a grupos sensíveis. Dentre esses podemos citar as pessoas idosas, doentes e aquelas que já possuem perda de audição. Mesmo sendo essa perda insignificante em altas freqüências, com relação à compreensão da fala, poderá ser dificultada pela presença do ruído ambiental. De quarenta anos de idade e acima as pessoas demonstram perda da habilidade para interpretar mensagens faladas com baixa redundância lingüística, comparadas com aquelas compreendidas dentro da faixa etária dos vinte aos trinta anos. É também demonstrado que, em crianças, antes delas possuírem a aquisição da linguagem completa, os efeitos adversos se mostram mais presentes do que em jovens adultos (WHO, idem).

Apêndice 9.7

Relações Matemáticas para Conversão de Fones em Sones (vice-versa)

(SLAMA, 2000)

1. Conversão de Fone para Sone

$$S = 2^{\frac{P-40}{10}}$$

Onde:

- S sensação sonora em sones;
- P número de fones associado a um som.

2. Conversão de Sone para Fone

$$P = 40 + 33{,}3 \log_{10} S$$

Observa-se que para S=1 sone, P = 40 fones.

3. Avaliação Subjetiva de Sons Complexos

No caso de sons complexos, comumente encontrados em ambientes urbanos, foi estabelecido um procedimento para calcular o seu nível em sonia, como se segue:

a) realizar uma análise por faixas de oitavas do som, obtendo-se uma tabela que relaciona as faixas de freqüências normalizadas e os níveis correspondentes em decibéis;

b) calcular, para cada faixa, o valor do nível em fones;

c) calcular, para cada faixa, o valor do nível em sones;

d) calcular o nível total em sones, utilizando-se da seguinte fórmula:

$$S_T = 0.7 S_{MAX} + 0,3 \sum S_i$$

Onde:

- S_{MAX} é o valor do Índice de Sonoridade da faixa de oitava mais intensa;
- S_i índice de sonoridade da iésima faixa de oitava.

Observando-se os termos da fórmula anterior verifica-se que há uma ponderação, que representa o efeito de mascaramento, da faixa de maior nível subjetivo de ruído com relação às demais. Assim, a faixa de maior valor em sone participa com peso 1 e as outras com o peso 0,3.

Apêndice 9.8

Indicadores Básicos e Indicadores Compostos – Famílias dB(A) e PNL (SLAMA, 2000)

1. Família dB(A) (associada à sonoridade)

Indicadores básicos

- $L_A(t)$ - nível de pressão sonora, instantâneo, ponderado em A;
- LAmáx - nível máximo de pressão sonora ponderado em A;
- ASE (*A-weighted Sound Exposure*), exposição sonora ponderada em A.

A exposição sonora num receptor, num período de observação T (de t_1 a t_2) é definida como a integral do quadrado da pressão sonora (energia sonora) neste receptor sobre o tempo de observação.

$$ES(M, t_1, t_2) = \int_{t_1}^{t_2} p_A^2(t)dt$$

- ES = exposição sonora;
- p(t) = pressão sonora.

A unidade de exposição sonora é o PASQUES (*PaAscal SQUarred Secund*).

- **ASEL A-*Sound Exposure Level***, nível de exposição sonora, poderação A

É uma expressão logarítmica (em decibéis) da exposição sonora. Por definição, o nível de exposição sonora é dado por:

$$NES = 10\log_{10}\left[\frac{ES}{P_0^2}\right] = 10\log_{10}\left[\frac{1}{P_0^2}\int_t^{(t+T)} P_A{}^2(t)dt\right]$$

ou

$$NES = 10\log_{10}\left[\int_{t}^{(t+T)} 10^{\frac{L_A(t)}{10}}(t)dt\right]$$

- **LAeq (Equivalent Sound Pressure Level),** Nível de pressão sonoro equivalente ponderado em A.

O nível sonoro equivalente é o nível constante em dB(A) que produz a mesma exposição sonora para o mesmo período de tempo.

$$L_A eq = 10\log_{10}\left[\frac{1}{T}\int_{t}^{(t+T)} \frac{P_A{}^2}{P_O{}^2}(t)dt\right]$$

ou

$$L_A eq = 10\log_{10}\left[\frac{1}{T}\int_{t}^{(t+T)} 10^{\frac{L_A(t)}{10}}(t)dt\right]$$

Indicadores compostos

- **Ldn (*Day Night Sound Level*),** Nível sonoro dia-noite

O L_{dn} é a média do nível sonoro durante um período de 24 horas, após ter sido adicionado 10 dB de penalidade para níveis sonoros que ocorrem no período da noite, compreendido entre 22:00 horas e 7:00 do dia seguinte. Essa penalidade baseou-se em vários estudos realizados, a partir dos quais constatou-se que as pessoas são muito mais incomodadas pelo ruído durante a noite do que no período diurno (HUD, 1985).

$$L_{dn} = 10\log_{10}\left[\frac{1}{86.400}\left(\int_{0000}^{0700} 10^{[L_A(t)+10]/10} . dt + \int_{0700}^{2200} 10^{L_A(t)/10} . dt + \int_{2200}^{2400} 10^{[L_A(t)+10]/10} . dt\right)\right]$$

Onde:

- t = tempo em segundos;
- L (t) = tempo variando o valor do nível sonoro ponderado na escala A durante o intervalo de tempo T;
- 86.400 corresponde ao número de segundos em 24 horas.

- $L_{dn\,(Y)}$ (***yearly day-night sound level***), nível sonoro dia-noite anualizado

O $L_{dn\,(Y)}$ representa níveis sonoros medidos sobre condições médias ou se condições variam durante o ano, traduzindo-se em médias ponderadas dos níveis sonoros nas diferentes épocas do ano.

A seguir é apresentada a formulação matemática necessária para o seu cálculo:

$$L_{dn\,(y)} = 10 \log_{10} \frac{1}{365} \sum_{i=1}^{365} 10^{L_{dni}/10}$$

Onde:

- L_{dny} = média do nível sonoro dia-noite para o i dia não representativo de um ano.

- L_N (***Percentil Levels*)**, níveis estatísticos

O L_N é o nível de pressão acústica ponderada em freqüência e no tempo, que é ultrapassado durante N% do intervalo de tempo considerado.

Dentre os níveis estatísticos possíveis os mais utilizados são:

- L_{10} nível de ruído que é ultrapassado durante 10% do intervalo de tempo considerado;
- L_{50} - nível de ruído excedido em 50% do intervalo de tempo considerado;
- L_{90} - nível que é superado em 90% do tempo de observação, sendo conhecido também como o nível de ruído de fundo.

- **Lden (*Day-evening-night level*),** nível sonoro dia-entardecer-noite

O Lden é definido em termos de "média" dos níveis durante o dia, o entardecer e a noite, aplicando-se uma penalidade de 5 dB para o entardecer e 10 dB para a noite. Ele é definido como se segue:

$$Lden = 10\log\left[(12/24).10^{LD/10} + (4/24).10^{(Le+5)/10} + (8/24).10^{(LN+10)/10}\right]$$

Onde:

- LD, LN, LE são LAeq em longo prazo definido na ISO 1996 para o dia (7-19h), o entardecer (19-23 h) e a noite (23-7h) determinado sobre um ano na maioria das fachadas expostas.

Cabe ressaltar que este indicador, como poderá ser visto no Capítulo 4.1 – Experiência Internacional, foi proposto e adotado, recentemente, pela Comunidade Européia.

2. Família PNL (*Perceived Noise Levels* (dB(D)) e Noy associada a *Noisyness*

São métricas específicas para avaliar o incômodo causado pelo ruído aeronáutico, introduzidas após a circulação dos aviões a jato. Por esse motivo não são aqui descritas.

Frente à dificuldade de se usar na prática as famílias das métricas baseada em PNL, em função da complexidade de medição e a dificuldade de interpretar simplesmente os valores obtidos, essas estão sendo cedendo lugar para as métricas da família dB(A).

A adoção de uma forma generalizada das métricas baseadas em dB(A) tem trazido alguns progressos, tais como: facilidade de medição, normalização, generalização, etc.

Porém, o dB(A) não é apropriado para avaliar níveis de ruído elevados. É apropriado para medir níveis entre 40 e 60 dB e para tons puros, como foi estabelecido nas curvas (experiências) de Fletcher e Munsen, apresentadas na Figura 09 do Capítulo 2.

O dB(A) também não é adequado para avaliar níveis de ruído com componente importantes nas baixas freqüências, devido ao fato que a ponderação A em baixas freqüências é muito grande, eliminando praticamente a contribuição da energia dessa faixa de freqüência no ruído total.

Esta situação favorece particularmente os fabricantes de material acústico, cuja eficiência, em geral, é maior nas freqüências médias e elevadas. Assim, qualquer

tratamento acústico poderá aparentemente ser muito eficiente, se a verificação da redução dos níveis é realizada em dB(A). Isso também pode ser satisfatório para as autoridades públicas, tendo em vista que é mais fácil se cumprir uma exigência regulamentar expressa em dB(A) do que em dB(B) ou dB(C).

Não existe uma correspondência biunívoca entre nível de ruído em dB(A) e nível de incômodo. Dois sons com um mesmo nível em dB(A) podem produzir diferentes níveis de incômodo. Em alguns casos uma redução do nível de ruído em dB(A) pode corresponder a um aumento de incômodo.

Apêndice 9.9

Futura Política de Ruído: Livro Verde – Resumo (CE, 1996c)

1. Dimensão da problemática do ruído na Comunidade

Com relação a esta dimensão, pode-se dizer:

- De uma forma geral os dados daquela época, relativos à exposição da população ao ruído, apresentam grandes lacunas e dificuldade de comparabilidade. Esta última devido ao uso de diferentes métodos de obtenção de dados e de descritores.
- Estima-se que, fundamentado nos dados recolhidos pela OCDE, em 1993, 17 a 22% da Comunidade (cerca de 80 milhões de pessoas) são expostos a níveis de ruído contínuos no período diurno e no exterior, causados pelos meios de transporte, superiores aos níveis considerados aceitáveis. Outros 170 milhões são expostos a níveis compreendidos entre 55 dB(A) e 65 dB(A). Dentre os meios de transporte existentes, o rodoviário é considerado como fonte dominante.
- Com relação aos dados relativos a incômodo, a situação é ainda pior. Não existe uniformidade nas questões apresentadas nas enquetes nacionais de forma a permitir uma avaliação de como a população encara o ruído. Baseando-se nos dados existentes há uma indicação que o ruído de transporte rodoviário é menos tolerado do que o de tráfego ferroviário, levando alguns países a considerar esta questão na elaboração de normas e legislações. Adicionalmente, com relação à questão de dose-resposta, iniciaram alguns trabalhos tentando estabelecer uma relação entre o percentual da população incomodada e um nível de exposição sonora.
- Um levantamento mostrou que nos últimos quinze anos não houve aumento significativo da exposição ao ruído ambiental, notadamente quanto ao ruído

de tráfego rodoviário. A exposição a níveis superiores a 70 dB(A) tem até diminuído, porém a exposição a níveis entre 55 e 65 dB(A) tem aumentado, aparentemente, devido ao rápido crescimento do volume de tráfego. Além disto o período de maior exposição, que normalmente se dava nos horários de *rush*, tem sido ampliado.

- No caso do ruído causado pelo tráfego aéreo a situação melhorou, mesmo em casos onde a movimentação de tráfego aéreo aumentou. Isto se deve a introdução de normas certificadoras de aeronaves mais restritas (medidas impostas à fonte) e da implantação de medidas de restrição à operação de aeronaves no entorno de aeroportos (restrição à movimentação noturna, procedimentos diferenciados de aterrissagem e decolagem visando a minimização do ruído, etc).
- Considerando-se o tráfego ferroviário a emissão sonora também reduziu devido à troca de motores a diesel por motores elétricos no transporte de passageiros, a introdução de vias férreas soldadas em substituição às rebitadas, além da maior utilização de material circulante dotado de freio a disco. Todavia, a entrada em operação dos trens de alta velocidade coloca em alerta a Comunidade com relação ao ruído emitido por este tipo de transporte no futuro, já que atualmente representa a principal causa de denúncias durante a implantação de uma nova linha.
- As tendências, levando-se em conta os dados atuais e os prognósticos efetuados, demonstram que se não forem aplicadas políticas de redução ambiciosas, especialmente com relação ao ruído de tráfego, a exposição, e conseqüentemente o incômodo causado à população, poderá se agravar.
- Com relação as externalidades causadas, inexistem referências para uma avaliação normalizada dos custos e quase toda a avaliação se limita ao ruído emitido pelos transportes. Os métodos mais utilizados foram: disponibilidade a pagar; preços hedônicos; custo das medidas de redução de ruído; custo da eliminação ou prevenção de ruído; custo dos cuidados médicos e das perdas de produção.
- Uma análise comparativa destes estudos, realizada em 1993, concluiu que a estimativa dos custos de poluição sonora variava entre 0,2% a 2% do PIB.

Os estudos baseados em disponibilidade a pagar apresentaram valores muito mais altos, até porque foram realizados em países com rendimento *per capita* elevado, onde sem dúvida a disponibilidade a pagar é muito maior do que aquela verificada em países subdesenvolvidos e em desenvolvimento.

- Estudos realizados, utilizando o método de preços hedônicos, para valorar a desvalorização imobiliária em função da exposição sonora para diversos países, considerando um período de vinte e cinco anos, demonstraram que na década de 80 a taxa média de desvalorização era de 1% por dB(A), caso o ruído excedesse a 55 dB(A), enquanto que para a década de 70, esta taxa era de 0,3 a 0,8% por dB(A).
- Existem poucos dados disponíveis com relação aos custos reais dos prejuízos causados pelo ruído em termos de estimativas monetárias de custo de saúde.

2. Análise da abordagem da Redução do Ruído implantada nos Estados-membros e na Comunidade

Esta se deu através da análise dos diferentes instrumentos de política existentes na Comunidade Européia e da avaliação do impacto que a aplicação dos mesmos causaram no enfrentamento a esta questão. Basicamente tais instrumentos, a seguir descritos, foram desenvolvidos e aplicados em nível nacional e local. A participação da Comunidade Européia e internacional se deu fundamentalmente na elaboração de normas de emissão sonora para fontes individuais.

- **Legislação de emissão sonora para fontes individuais –** Conforme já abordado a política de ruído, durante muitos anos, centrou-se na questão da emissão sonora de fontes individuais. A seguir é apresentado um resumo das legislações vigentes a época para diversas fontes, bem como uma avaliação do impacto que a aplicação das mesmas alcançou.

  No que se refere ao transporte rodoviário a legislação que trata da emissão sonora produzida por veículos automotores foi originalmente adotada em

1970, sofrendo diversas alterações até a entrada em vigor da Diretiva 92/97/CEE. À medida que os limites estabelecidos foram diminuindo o ruído produzido pelo contato dos pneus dos veículos com a superfície da via tornou-se preponderante a velocidades superiores a 50 Km/h. Desta forma não seria mais eficaz diminuir ainda mais os limites impostos para emissão veicular, desde que fossem adotadas medidas para solucionar o problema do ruído emitido pelo contato do pneu.

Para os veículos com duas rodas ou assemelhados a legislação existe desde 1978, sendo também alterada por diversas vezes no sentido de diminuir os limites impostos.

Considerando-se a última alteração da legislação para veículos automotores, pode-se dizer que esta induziu em uma redução de 85% do ruído dos automóveis (8 dB(A)) e mais de 90% do ruído de veículos pesados de transporte de mercadorias (11 dB(A)). Entretanto, existem estudos que apontam que a redução real foi muito menor, contabilizando uma redução de apenas 1-2 dB(A). Isto se explica pelos seguintes motivos: permissividade com relação aos limites nos primeiros anos; lentidão da substituição da frota mais antiga e mais ruidosa; crescimento significativo do tráfego e limitações impostas pela não disponibilidade de ações para redução do ruído emitido pelo contato pneu/superfície, ineficácia dos procedimentos de ensaio ISO R362 , além da inexistência de inspeções regulares destinadas a garantir a manutenção das características acústicas dos veículos. Apesar de existir a Diretiva (77/143/CE) que estabelece disposições de controle técnico, incluindo o ruído com relação a inspeções regulares, a verificação é subjetiva, avaliando apenas a integridade do sistema de escapamento de gases. Nos países em que existe sistematicamente uma inspeção anual a redução da emissão tem sido significativa, com um custo relativamente baixo.

Com relação ao ***transporte ferroviário***, em 1983, a Comissão apresentou proposta de Diretiva relacionada com a emissão de ruído emitido por veículos que foi retirada pela mesma em 1993. Isto se deveu, em parte, a questões técnicas não solucionadas, mas principalmente ao acesso sem restrições de veículos ferroviários advindos de outros países não pertencentes à Comunidade. No entanto, alguns Estados-membros como, por exemplo, a Áustria, aprovaram legislações regulamentando esta matéria.

Para o ruído emitido pelas fontes de ***transporte aéreo*** (aeronaves), a Comunidade estabeleceu uma série de medidas legislativas que iniciaram em 1979. Estas medidas seguiram as normas de referência especificadas pela Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO) no Anexo sobre Proteção Ambiental (Anexo16) da Convenção de Chicago.

As aeronaves subsônicas não certificadas para ruído foram proibidas de circularem nos aeroportos da Comunidade há vários anos, e as aeronaves do Capítulo 2, com mais de 25 anos, foram proibidas de circular desde abril de 1995, a não ser em casos de derrogações que tenham sido concedidas. Entre 1995 e 2000 todas as aeronaves Capítulo 2 tinham que sair de circulação. Após abril de 2002 só podem circular nos aeroportos aeronaves Capítulo 3.

O impacto da legislação de emissão do ruído emitido por aeronaves apresentou resultado bastante significativo quando se compara a emissão de uma aeronave atual de mesma dimensão com uma de tecnologia dos anos 70. Pode-se dizer que a curva de ruído no entorno dos aeroportos é nove vezes menor. E esta mesma área, considerando as aeronaves turbopropulsoras é 4,5 vezes menor do que aquela verificada há 25 anos atrás.

A política da Comunidade para controlar a emissão de ruído de ***equipamentos utilizados no exterior*** consiste em Diretivas relacionadas com os valores permissíveis para as emissões de ruído, em códigos de ensaio para

ruídos e na rotulagem dos equipamentos. Esta abordagem se traduziu em seis diretrizes aplicadas a equipamentos de construção civil e uma aplicada à máquina de cortar grama.

A Diretiva 89/392/CE estabelece disposições sobre saúde e segurança relacionadas com a concepção e produção de máquinas, incluindo as emissões de ruído. Todavia, por ter seu foco voltado para ambientes de trabalho, não trata diretamente da questão do ruído ambiental.

As diretivas citadas anteriormente abrangem uma gama reduzida de equipamentos utilizados no exterior. Neste sentido diversos Estados-membros têm solicitado a inclusão de novos equipamentos, evitando desta forma que legislações estabelecidas em nível nacional não provoque restrições de comércio nem problemas para o funcionamento do mercado interno.

Para tentar solucionar este problema a Comunidade apresentou um esboço de uma nova Diretiva compreendendo todos equipamentos já abrangidos por legislações, além da inclusão de novos.

Para o controle da emissão do ruído ***industrial*** não há legislações que estabeleça limites. Há uma proposta de Diretiva sobre Prevenção e Controle Integrado de Poluição (IPPC) na qual é relevante a questão da redução de ruído. Esta Diretiva estabelece o controle de emissões através do processo de licenciamento de atividades. Desta forma o IPPC permitirá o controle das emissões sonoras sempre que as condições locais o exigirem. Já o controle das emissões em nível europeu só ocorrerá caso se verifique a necessidade.

- **Legislação de imissão e procedimentos de planejamento: critérios de qualidade de ruído –** Internacionalmente, a OMS e a OCDE têm desenvolvido métodos próprios de avaliação dos efeitos causados pela

exposição ao ruído ambiental. Baseado nestas avaliações foram propostos valores de orientação para o período diurno e para diferentes situações.

A OMS sugeriu um valor de orientação padrão de 55 dB(A) para níveis médios de ruído ambiental no exterior durante o período noturno, de forma a evitar interferências significativas com as atividades normais. Sugeriu ainda valores de orientação para ambientes específicos.

O Programa de ação da Comunidade estabeleceu uma série de objetivos gerais para o L_{Aeq} noturno que nortearam as ações impetradas até o ano de 2000:

- eliminar gradualmente os níveis de exposição média acima dos 65 dB(A);
- garantir que os níveis de ruído não ultrapasse a 85 dB(A), em nenhum momento, associado ao objetivo de que a população exposta a níveis entre 55-65 dB(A) não aumente;
- garantir que os níveis de ruído nas zonas mais tranqüilas não deve ultrapassar a 55 dB(A).

Uma análise da situação nos países da Comunidade demonstrou que a maioria dos Estados-membros estabeleceu legislações ou recomendações voltadas para a imissão em zonas sensíveis semelhantes aos valores de orientação citados. O estabelecimento destas legislações iniciou-se nos anos 70 e 80 e até a data de publicação do Livro Verde têm se mostrado cada vez mais integradas em legislação nacional de combate ao ruído e utilizadas no planejamento do uso do solo. Com relação à implantação de novos empreendimentos as normas de imissão são estabelecidas em nível local e utilizadas como referências nos estudos de impactos ambientais.

Considerando-se o ***ruído de tráfego*** os limites preconizados são apenas aplicados a novas infra-estruturas ou ampliação de infra-estruturas rodoviárias nacionais. Já as vias secundárias e urbanas raramente são sujeitas aos valores limites. Com relação à melhoria das más condições encontradas em estradas existentes estas só foram verificadas em alguns países devido a problemas de financiamento.

Os limites de imissão são aplicados para o período diurno e noturno e, em alguns casos, para um período vespertino. Todavia, a definição do que seja estes períodos variam. Estes limites também variam em função da sensibilidade da zona a que este se aplica. Normalmente encontram-se diferenças entre 10-15 dB(A) para áreas mais e menos sensíveis. As situações postas em cada Estado-membro são distintas e de difícil comparação, apesar do L_{Aeq} ser o indicador comumente usado para a avaliação do ruído.

Uma avaliação da situação na Comunidade mostrou que os limites de 58-62 dB(A) para o período diurno e 48-55 dB(A) para o noturno, cobrem a gama de valores limites estabelecidos pelos Estados-membros, considerando-se novas estradas em áreas residenciais.

Os valores limites aplicados ao ***ruído ferroviário*** são semelhantes àqueles aplicados ao rodoviário e utilizam o L_{Aeq} como indicador. Alguns países utilizam o $L_{Amáx}$ para o período noturno a fim de reduzir as perturbações no sono. Além de serem semelhantes do ponto de vista dos valores estes também dependem do zoneamento. Considerando novas linhas de ferro que atravessam zonas residenciais, os limites identificados abrangem 62-69 dB(A) para o período diurno e 33-62 dB(A) para o noturno.

Para o ***ruído aeronáutico*** foram estabelecidos limites de ruído na imissão para construção de novas edificações residenciais e outras edificações que

abriguem atividades sensíveis ao ruído no entorno de aeroportos existentes ou de aeroportos em ampliação.

Diferentemente do que ocorre com o ruído rodoviário e ferroviário existe um grande número de indicadores sendo utilizado pelos Estados-membros. De uma forma geral pode-se dizer que estes utilizam basicamente o LAeq e outros consideram o nível máximo de ruído de cada movimento com ponderações para os períodos do dia. Devido à diversidade de indicadores adotados torna-se difícil a comparabilidade dos limites de imissão.

Com relação ao ruído causado pelas ***indústrias*** na imissão são aplicados limites que utilizam o L_{Aeq} como indicador. Nas zonas residenciais estes limites variam entre 45-55 dB(A) para o período diurno e 35-45 para o noturno.

Observa-se que o indicador L_{Aeq} é universalmente adotado pelos Estados-membros para avaliar ruído de tráfego rodoviário, ferroviário e industrial. Apesar de existirem diferenças entre os limites estabelecidos a gama de limites para ruído de tráfego e novas instalações industriais é estreita. Todavia, os métodos de avaliação da exposição sonora adotados são muito diferenciados, dificultando a comparação.

- **Medidas infra-estruturais –** Estas medidas se concentram na adoção do asfalto absorvente que reduz a geração e a propagação do ruído, através de uma série de mecanismos, provavelmente relacionados a abertura da camada superior. Este asfalto reduz os níveis emitidos em 3 a 5 dB(A), em média, podendo alcançar resultados ainda melhores. Porém, o seu custo é mais alto e a durabilidade é menor quando comparada aos revestimentos convencionais. Está sendo adotado em muitos países em zonas que abriguem atividades sensíveis ao ruído.

- **Adoção de instrumentos econômicos –** A utilização destes instrumentos não é muito comum na Europa. O instrumento mais utilizado é a taxa paga pelas aeronaves para aterrissar nos aeroportos que teve início nos anos 70. Entretanto, até o momento da publicação do Livro Verde, somente 29 dos 99 aeroportos a utilizavam. Na maioria deles o rendimento obtido com este instrumento é aplicado em programas de financiamento de isolamento de edificações no entorno dos aeroportos. No entanto, o impacto de utilização destas taxas para a redução do ruído é discutível. Em 1990 a OCDE fez uma avaliação comprovando a baixa eficácia das mesmas, tendo em vista que não influenciaram na seleção das aeronaves por parte das companhias de aviação, enquanto que relatórios produzidos pela Alemanha indicam que o uso das mesmas induziu na transferência para aeronaves Capítulo 3.

  Países como a Alemanha e os Países Baixos já adotaram incentivos sob a forma de subsídios para aquisição de veículos de transporte de mercadorias com baixos níveis de ruído. Todavia, por falta de fundos não são mais concedidos. Os resultados obtidos foram satisfatórios, fazendo com que reduzisse bastante a emissão veicular deste tipo de veículo, passando a 5 dB(A) inferior ao preconizado nas normas vigentes a época.

- **Procedimentos operacionais –** Dentre os procedimentos operacionais existentes, a restrição ao uso de veículos pesados, principalmente à noite, em numerosas cidades da Europa, tem sido mais empregada. A OCDE (apud CE, 1996) avaliou algumas destas restrições e conclui que para se alcançar êxito, são necessárias algumas condições:
  - enquadramento jurídico não conflituoso com a legislação nacional, incluindo a definição de veículos com baixa emissão sonora;
  - delimitação clara da área sujeita às restrições de circulação e identificação dos veículos isentos;
  - meios de policiamento e aplicação de proibições;
  - cooperação entre fabricantes e operadores;
  - sensibilização da população para a questão do ruído.

- **Apoio comunitário à pesquisa sobre redução de ruído** - Cada vez mais tem se apoiado projetos visando a compreensão dos conceitos fundamentais e de desenvolvimento de soluções tecnológicas relacionadas com os problemas causados pelo ruído. Tais ações sempre ocorreram, porém dispersas e não orientadas para os objetivos de uma política ambiental. Uma coordenação estreita da pesquisa poderá beneficiar a indústria européia, no sentido de explorar mercados potencialmente consumidores de produtos menos ruidosos, bem como outros equipamentos e materiais relacionados com a minimização do ruído.

- **Informação e educação** - Os programas de informação e educação são elementos importantes na política. A experiência tem demonstrado que estes são mais eficazes quando aplicados em âmbito limitado no espaço do que campanhas nacionais de grande fôlego que são, em geral, ocasionais e limitadas no tempo.

A partir da análise da situação da problemática do ruído na Comunidade descrita anteriormente, foi inicialmente ***identificado o papel da Comunidade na redução do ruído e em seguida traçado um esboço de enquadramento global de novas ações visando a redução da exposição, delineadas opções futuras visando a redução do ruído emitido por diversas fontes e indicadas as áreas em que a Comunidade poderá assistir os Estados-membros e as autoridades locais na aplicação das políticas***, como se segue.

3. O papel da Comunidade Européia no futuro

A responsabilidade partilhada representa a chave para uma política eficaz em se tratando de ruído. O impacto local causado pelo ruído implica em soluções cuja responsabilidade se dá em nível também local. Entretanto, as fontes de ruído são bastante variadas e muitas vezes não são locais. Até a data de publicação do Livro Verde esta responsabilidade partilhada não tinha sido muito eficaz. O trabalho em nível

comunitário muitas vezes foi prejudicado pela ausência de um programa global de ruído. As responsabilidades pelo tratamento das legislações relativas às normas de ruído veicular, ao ruído aeronáutico e ao ruído de equipamentos de construção civil encontraram-se dispersas na Comissão e por diferentes instâncias do Conselho.

Diante deste quadro a Comissão considerou necessário reavaliar a atual abordagem da política do ruído, a fim de melhorar sua eficácia através de um aumento da coerência das diferentes ações realizadas pelos intervenientes. Além disto verificou a necessidade de uma maior integração e coordenação para garantir que as ações propostas no âmbito das políticas comunitárias, que possam afetar o cenário acústico, contribuam positivamente para a redução do ruído. Isto não significa que o escopo das responsabilidades da Comunidade tem que ser ampliado, mas para alguns setores tem que haver um consenso em nível da Comunidade Européia, como por exemplo no estabelecimento de métodos e indicadores comuns de avaliação da exposição sonora, condição *sine qua non* para melhorar a situação existente em termos de dados disponíveis sobre o ruído ambiente e troca de informações sobre a exposição sonora.

Sem dúvida a principal participação da Comunidade permanecerá centrada na ação voltada para a redução da emissão de ruído de fontes individuais. Conforme já mencionado existem limitações na abordagem, devido a não utilização de outros instrumentos para este fim. Assim sendo a Comunidade irá explorá-los de forma conjunta visando obter uma boa relação custo-benefício.

Outra participação importante seria no encorajamento de troca de experiências bem sucedidas em matéria de redução de ruído entre Estados-membros e autoridades locais.

4. Enquadramento Global de Novas Ações

Os dados disponíveis de medições de níveis de exposição ao ruído e de exposição da população continuam a ser muito incipientes. Desta forma torna-se impossível avaliar o progresso no sentido de se alcançar objetivos globais, como aqueles preconizados no 5º

Programa de Ação. Além de tornar muito mais difícil a realização de opções entre os instrumentos existentes em termos de custos para uma ação futura. Dentro deste contexto concluiu que ***a melhoria dos dados sobre o ruído, da sua comparabilidade e acompanhamento e fornecimento de informação ao público constituem sa principais prioridades de ação em curto e médio prazos,*** além da proposição de uma legislação sob a forma de uma Diretiva para estabelecer um enquadramento das ações**.**

Algumas medidas, descritas a seguir, são propostas:

- Estabelecimento de um indicador comum de exposição sonora;
- Disposições para o estabelecimento e utilização de métodos harmonizados de previsão e medição do ruído ambiente, considerando-se as diferentes tipologias de fontes;
- Disposições de intercâmbio de informações comparável sobre a exposição ao ruído entre os Estados-membros;
- Avaliação da exposição ao ruído ambiente por autoridades competentes dos Estados-membros e fornecimento das informações resultantes da avaliação.

A Comissão considera o mapeamento de ruído como um método potencialmente eficaz e relativamente barato para a avaliação do ruído, para a apresentação à população e para a utilização como instrumento de planejamento.

Estas medidas, em conjunto com a harmonização dos dados, poderiam ser compreendidas numa primeira fase e a apresentação à população, numa segunda fase.

5. Ações sobre diferentes Fontes

As ações consistem nas opções futuras, descritas a seguir, que a Comunidade está considerando como fontes prioritárias de ruído. Ao avaliar estas opções a Comissão terá

como objetivo a ampliação da gama de instrumentos, a relação custo-benefício e o princípio de poluidor-pagador.

- **Opções futuras para a redução do ruído de tráfego rodoviário -** A ação destinada a reduzir o ruído de tráfego rodoviário concentrará na avaliação do custo-benefício de uma série de alternativas, além das questões relacionadas ao ruído emitido pelo contato pneus/pavimentação e pertinência de valores limites para as emissões. Adicionalmente serão analisadas:
  - se, no contexto da revisão da tributação sobre os veículos e combustíveis, uma maior diferenciação nos impostos anuais, em função do ruído, se constituiria em um instrumento eficaz;
  - revisão técnica do ensaio da ISO R362 - "*Acoustics – Measurement of noise emitted accelerating road vehicles – Engineering method*";
  - alteração de legislações comunitárias com relação ao controle de emissão veicular, de forma a incluir ensaios do ruído dos veículos em circulação;
  - promoção da utilização de asfalto absorvente nos projetos de estradas.

- **Opções futuras para a redução do ruído de tráfego ferroviário -** Uma das prioridades é alcançar um melhor equilíbrio entre os diferentes meios de transporte, para isto o ferroviário terá de ser reforçado. Dois tipos de transporte ferroviário suscitam maiores preocupações: o trem de alta velocidade e o trem de transporte de mercadorias. O ***problema do ruído de trens de alta velocidade*** foi tratado na Diretiva 96/48/CE. Nela se encontra uma especificação que estabelece que a exploração da rede ferroviária transeuropéia de alta velocidade deve cumprir limites de ruído, além de criar um organismo, em conjunto com os gestores das infra-estruturas, das empresas de transporte ferroviário e das indústrias, que proporá limites de emissão. Já para o ***ruído de trens de carga*** o progresso alcançado foi menor. A Organização Internacional de Indústria Ferroviária (UNIFE) estabeleceu um objetivo, a médio prazo, de redução de 8 a 10 dB(A) nas emissões. A redução do ruído emitido é um tema importante nas pesquisas desenvolvidas

pela indústria ferroviária e pela Comunidade, sendo que esta última se encontrava desenvolvendo um programa denominado “Trens e sistemas ferroviários do futuro”. Além disto, paralelamente aos trabalhos de pesquisa, a Comissão, em cooperação com partes interessadas e outras instituições, está estudando a possibilidade de introdução de novos instrumentos. Esta introdução seria facilitada, caso se alcançasse um consenso com relação aos métodos harmonizados de previsão e avaliação do ruído ferroviário.

- **Opções futuras para a redução do ruído de tráfego aéreo -** A Comissão está tentando desenvolver uma abordagem integrada, baseada na avaliação de uma combinação de instrumentos que envolve valores limites de emissão e taxação. A taxação é um instrumento já utilizado, em função de objetivos ambientais e outros, e adotado pelos aeroportos da Comunidade. Uma análise dos sistemas de estabelecimento desta taxação demonstrou que muitos não garantem um tratamento justo e igualitário, de acordo com as regras do mercado comum. Assim sendo a Comunidade previu uma proposta específica sobre as taxas aeroportuárias, visando contribuir para a melhoria das condições ambientais, notadamente, para a redução do ruído.

  Outra proposta é o estudo da classificação acústica das tipologias de aeronaves em conformidade com o seu ruído operacional e não de acordo com os critérios do Anexo 16 da Convenção de Chicago.

- **Opções futuras para a redução do ruído de equipamentos e máquinas -** Conforme dito anteriormente há uma solicitação dos Estados-membros para ampliar a legislação atual sobre o controle da emissão sonora de equipamentos e máquinas utilizados no exterior, a fim de incluir novos equipamentos. Todavia, isto implicaria num aumento significativo da legislação, que seria demorado e não rentável em termos de impacto sobre a indústria e sobre a utilização de mão-de-obra. Desta forma a Comissão está trabalhando numa nova abordagem, através de uma rotulagem de todos os equipamentos colocados no mercado (a gama de equipamentos seria

ampliada, não se restringindo mais aos equipamentos e máquinas da construção civil).

6. Contribuições da Comunidade para as Ações de Redução de Ruído nos Estados-membros

Promover os intercâmbios de experiências – Em comparação com outras questões ambientais o intercâmbio de experiências entre as diferentes autoridades locais da Europa foi bem menor. Desta forma a Comunidade poderá dar assistência na aplicação das medidas de redução de ruído, através deste intercâmbio e divulgação de boas práticas, bem como no planejamento do uso do solo, na educação e no aumento da sensibilização da população.

Apêndice 9.10

Estratégia Futura da CE – Medidas Aprovadas em 1998

1. Rede de Peritos em Ruído

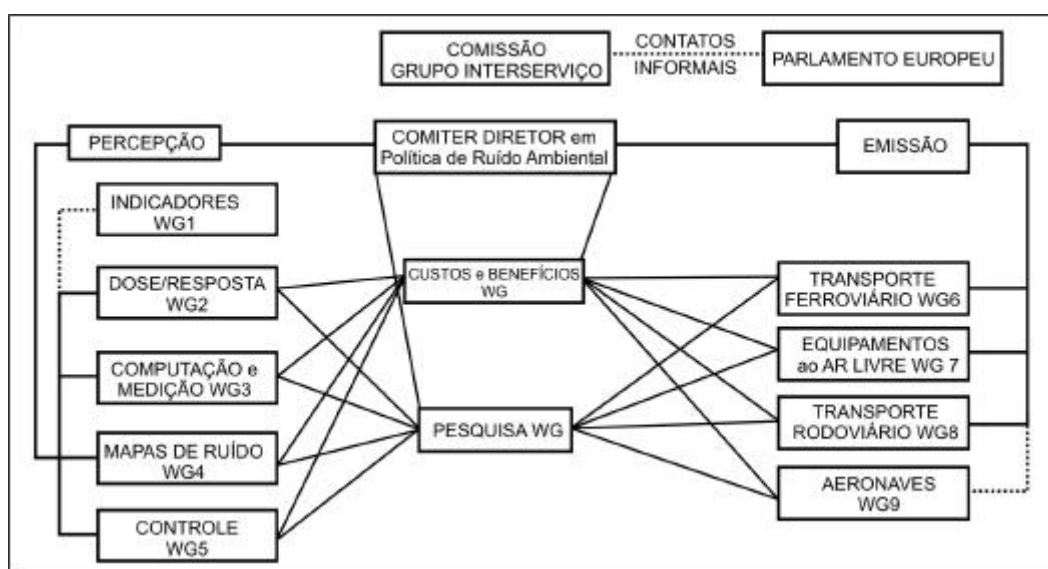
A Rede contou inicialmente com um comitê diretor (*Steering Commitee*), compreendendo representantes de todas as partes interessadas, e um conjunto de grupos de trabalho, constituídos por: cinco grupos para tratar dos aspectos relacionados à percepção (WG 1 - Indicadores, WG 2 – Dose/Resposta, WG 3 – Computação e medição, WG 4 – Mapas de ruído, WG 5 – Controle), por três grupos para lidar com emissão de fontes de ruído (WG 6 – Transporte ferroviário, WG 7- Equipamentos utilizados no exterior e WG 8 - Transporte rodoviário); e dois responsáveis pela pesquisa sobre ruído e análise do custo-benefício de políticas de controle de ruído, conforme pode ser visualizado na Figura 27, extraída do livro "A Política de Ruído da União Européia – Ano 2 (1999-2000) - Melhoramento do Ambiente Urbano e Contribuição para a Sustentabilidade Global", publicado pela Diretoria Geral de Meio Ambiente (CE, 2000c).

Fonte: CE, 2000c.

Figura 27– Rede de Peritos em Ruído

Em 2001, considerando as novas necessidades da evolução da Política Ambiental do Ruído, propôs-se uma remodelação da Rede de Peritos, incluindo a criação de um novo grupo de trabalho dedicado ao ruído aeroportuário (WG 9 – Aeronaves) e a fusão de outros grupos, dando origem aos novos grupos (CE, idem):

- Grupo de trabalho "Aspectos de saúde e sócio-economia" ou WG HSEA (engloba os WGs 2 e 5, respectivamente, dedicados a dose/resposta e controle, além, daquele dedicado a custo/benefício); e
- Grupo de trabalho "Avaliação da exposição ao ruído" ou WG AEN (engloba os WGs 3 e 4 dedicados, respectivamente, a mapas de ruído e métodos de computação e medição).

2. Inventário das atuais Metodologias e Procedimentos para a Avaliação da Gestão Ambiental

Um mês antes da emissão da Proposta de Diretiva relacionada ao ruído ambiental foi apresentado, pela Agência Ambiental Européia, um inventário das atuais metodologias e métodos para a avaliação da gestão ambiental existentes nos Estados-Membros. Sem dúvida as conclusões deste inventário contribuíram, significativamente, para a elaboração da Diretiva. Segundo os autores (Mckenzie & Flindell, 2000) concluiu-se que a maioria dos Estados-membros adotava indicadores de ruído baseados no indicador L_{Aeq}, porém, com várias diferenças, algumas insignificantes e outras, bem significantes, como se segue:

- possivelmente a mais importante diferença era a forma de avaliar o ruído em diferentes períodos do dia. As delimitações de dia, entardecer, noite e outros períodos também variavam;
- indicadores usados para o ruído de aeronaves mostravam grandes variações;
- indicadores usados para o ruído industrial não eram freqüentemente especificados sobre o período de tempo nos quais as medições eram feitas, dificultando assim as comparações de práticas padrão;

- alguns Estados-Membros usavam um indicador comparativo, ao invés de um absoluto, para a avaliação de fontes industriais com o L_{Aeq}, ou mesmo variações disto;
- o L_{Aeq} de ruído de fontes industriais era freqüentemente ajustado acima de 10 dB, considerando componentes tonais e/ou impulsivos. O significado de alguns tons ou impulsos e a quantidade de correções variavam, significativamente;
- não havia consenso sobre se os níveis de ruído deveriam ser indicados sob condições de campo livre ou fachada. Isto faz uma diferença (pequena) em nível sonoro absoluto, mas poderia ter significantes efeitos sobre as formas dos mapas de ruído e as respectivas áreas; e
- havia significantes diferenças em valores guias para fins de planejamento e outros propósitos, além do modo que eles eram aplicados entre os diferentes Estados-Membros.

3. Diretiva relacionada à Avaliação e Gestão do Ruído Ambiental (DAMEN 2002/49/CE)

Em 26/07/2000 foi apresentada uma Proposta de Diretiva sobre Ruído Ambiental (COM (2000 / 468) com o objetivo de estabelecer uma estrutura comum na CE para a avaliação e a gestão da exposição ao ruído ambiental. Para tal, baseando-se nas conclusões contidas no Livro Verde, esta proposta apresenta uma abordagem mais coerente e eficaz, procurando primeiro harmonizar os indicadores de ruído e os métodos de medição, visto que existem muitas formas de se definir e avaliar o ruído ambiental. Segundo, coletar de dados sobre exposição sonora, em mapas de ruído, utilizando indicadores e métodos de avaliação comuns. Terceiro, fazer com que as autoridades competentes gerem informações a serem disponibilizadas à população. Quarto, traçar planos de ação, em nível local, bem como definir as bases para o estabelecimento de metas e desenvolvimento de estratégias, incluindo medidas, em nível da CE (CE, 2000d).

Esta Proposta apresenta, além do texto propriamente dito da Diretiva, uma exposição de motivos que compreende (CE, 2000d):

- objetivos e escopo;
- a justificação da proposta, incluindo os impactos na saúde e na economia; as conseqüências, caso nenhuma ação seja impetrada; a relação com outros programas; estratégias e políticas ambientais, principalmente, a integração com a política de transporte, uma vez que o ruído foi identificado como um dos domínios de intervenção mais urgente;
- as ações da CE e o princípio da subsidiariedade, apontando a necessidade da responsabilidade partilhada entre a CE e os Estados-Membros;
- os resultados da consulta aos parceiros;
- os custos de sua aplicação, notadamente os custos envolvidos para a elaboração de mapas de ruído e planos de ação[1].
- as bases científicas e técnicas que incluem os resultados dos grupos de trabalho estabelecidos, que, ao final dos estudos, apresentam relatórios conclusivos denominados “position paper”;
- as disposições da Proposta, onde se expõe que a base jurídica é o artigo 175 do Tratado, que institui a Comunidade Européia.

Em 25 de junho de 2002, aproximadamente dois anos depois, após a segunda e última leitura da referida Proposta de Diretiva, por parte do Parlamento Europeu e do Conselho Europeu, adotou-se a Diretiva sobre Ruído Ambiental 2002/49/CE. Os princípios desta Diretiva são similares àqueles de outras Diretivas de Política de Meio Ambiente, como se segue:

- monitoramento do problema ambiental – requerendo das autoridades competentes nos Estados-Membros a elaboração de mapas estratégicos de ruído para grandes eixos rodoviários, ferroviários, aeroportos e aglomerações usando

1 Os custos variam, mas estimou-se (2000): 50 a 75 milhões de euros para mapas de aglomerações, ou seja, 10 a 15 milhões de euros anuais e a mesma ordem de grandeza para planos, que podem ser reduzidos, passando a 10 a 20 milhões de euros, tendo em vista que muitas cidades já os fizeram. Considerando os grandes eixos rodoviários e ferroviários, a elaboração dos mapas é mais simples e estima-se que seja, também, da ordem de 10 a 20 milhões adicionais, a serem utilizados para aglomerações. Para os aeroportos, esta estimativa dependerá do seu porte e varia entre 50 mil e 2 milhões de euros. Assim, para os 150 aeroportos, se estima 15 milhões de euros anuais que, também podem ser reduzidos, visto que muitos aeroportos têm mapas de ruído. ***No total, estima-se 30 a 40 milhões de euros; que representa uma pequena fração dos danos anuais decorrentes do ruído ambiente***.

indicadores harmonizados (Lden e Lnight). Tais mapas serão utilizados para avaliar o número de pessoas incomodadas e com o sono perturbado;

- informação e consulta ao público sobre a exposição ao ruído, os seus efeitos e as medidas consideradas para tratar a questão do ruído, alinhada com os princípios da Convenção de Aarhus[2];
- tratar das questões de ruído localmente, requerendo das autoridades competentes a elaboração de planos de ação. A Diretiva não estabelece valores limites de ruído nem prescreve medidas a serem incorporados nos planos de ação, as quais deverão ser definidas pelas autoridades competentes; e
- Desenvolvimento de estratégias de longo prazo para a CE, as quais incluem objetivos para a redução do número de pessoas afetadas pelo ruído, e fornece estrutura para o desenvolvimento da política sobre redução de ruído nas fontes.

Esta Diretiva se aplica ao ruído ambiente a que os seres humanos se encontram expostos, em especial em áreas construídas, parques públicos ou em outras zonas sossegadas de uma aglomeração, em zonas sossegadas em campo aberto, nas imediações de escolas, hospitais e outras edificações e zonas sensíveis ao ruído. Não se aplica a ruídos produzidos: pela própria pessoa exposta; por atividades domésticas; por vizinhos; em locais de trabalho; no interior dos meios de transporte; e por atividades militares em zonas militares (CE, 2002a).

A estrutura da Diretiva pode ser visualizada no Quadro 4. Observando-se esta estrutura pode-se dizer que a Diretiva se divide, basicamente, em quatro partes principais, com seus respectivos anexos, descritas em seguida:

- Indicadores de ruído e aplicação – Anexo I;
- Métodos de avaliação – Anexo II e III;
- Mapas de ruído – Anexo IV;
- Plano de Ação – Anexo V.

2 Convenção sobre o acesso à informação, participação pública nos processos de tomadas de decisão e acesso à justiça em matéria de meio ambiente, adotada na 4º Conferência Ministerial em "Meio Ambiente para a Europa", realizada na cidade Aarhus, em 25 de junho de 1998.

Quadro 41 – Estrutura da Diretiva relacionada à Avaliação e Gestão do Ruído Ambiental (DAMEN 2002/49/CE)

Artigo 1º - Objetivos	Artigo 12º - Adaptação
Artigo 2º - Escopo	Artigo 13º - Comitê
Artigo 3º - Definições	Artigo 14º - Transposição
Artigo 4º - Aplicação e responsabilidades	Artigo 15º - Entrada em vigor
Artigo 5º - Indicadores de ruído e respectiva aplicação	Artigo 16º - A quem se dirige
Artigo 6º - Métodos de avaliação	Anexo I – Indicadores de ruído
Artigo 7º - Mapas estratégicos de ruído	Anexo II – Métodos de avaliação para indicadores de ruído
Artigo 8º - Planos de ação	Anexo III – Métodos de avaliação para efeitos prejudiciais
Artigo 9º - Informação ao público	Anexo IV- Requisitos mínimos para mapeamento estratégico de ruído
Artigo 10º - Coleta e publicação de dados pelos Estados-membros e pela Comissão	Anexo V – Requisitos mínimos para planos de ação
Artigo 11º - Revisão e Relatórios	Anexo VI – Dados a serem enviados à Comissão

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA

3.1 Indicadores de Ruído e aplicação

Os indicadores definidos para caracterizar o ruído são o L_{DEN} (indicador do nível global ao longo do período dia/entardecer/noite, utilizado para qualificar o incômodo associado à exposição ao ruído) e o L_{night} (indicador de nível sonoro durante o período noturno que qualifica os distúrbios no sono). A referência para o início e término de cada um destes períodos é: 07:00 – 19:00 h; 19:00 – 23:00 h; e 23:00 – 07:00 h. No entanto, cada Estado-Membro pode definir estes períodos, considerando o modo de vida local. Ambos baseiam-se na determinação da média dos níveis sonoros ponderados em A, considerando um horizonte de longo prazo (CE, 2002a).

Em casos especiais os Estados-Membros podem utilizar indicadores suplementares que são apresentados no Anexo 1 da Diretiva. Para fins de planejamento e zoneamento do ruído, outros indicadores podem também ser utilizados (CE, 2002a).

3.2 Métodos de avaliação

Os valores de L_{DEN} e L_{night} são determinados pelos métodos de cálculo recomendados, para cada fonte de ruído ambiental (tráfegos rodoviário, ferroviário e aéreo e indústria), definidos no Anexo II da Diretiva (CE, 2002a), descritos a seguir:

- Ruído industrial: ISO 9613-2: "Acoustics — Attenuation of sound propagation outdoors, Part 2: General method of calculation". Os dados de emissão de ruído (dados de entrada) apropriados para este método podem ser obtidos a partir de medições, efetuadas de acordo com um dos seguintes métodos:

    - ISO 8297: 1994 "Acoustics - Determination of sound power levels of multisource industrial plants for evaluation of sound pressure levels in the environment - Engineering method";
    - EN ISO 3744: 1995 "Acoustics — Determination of sound power levels of noise using sound pressure - Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane";
    - EN ISO 3746: 1995 "Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using an enveloping measurement surface over a reflecting plane".

- Ruído de tráfego aéreo: ECAC.CEAC Doc. 29 "Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports", 1997. Entre as diferentes abordagens quanto à concepção das rotas de vôo, será utilizada a técnica de segmentação mencionada na secção 7.5 do Doc. 29 da ECAC.CEAC.
- Ruído de tráfego rodoviário: O método de cálculo francês "NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU- LCPC-CSTB", publicado no «Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 mai 1995, article 6» e na norma francesa «XPS 31-133». No que se refere aos dados de entrada relativos à emissão, estes documentos remetem para o "Guide du bruit des transports terrestres, fascicule prévision dês niveaux sonores", CETUR 1980.
- Ruído de tráfego ferroviário: O método de cálculo nacional "*Standaard-Rekenmethode II*" dos Países Baixos, publicado na "*Reken — Meetvoorschrift*

Railverkeerslawaai ’96, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer”, 20 de novembro de 1996.

De acordo com a referida Diretiva, até a definição dos novos métodos, os Estados-Membros poderão utilizar os métodos anteriormente citados (definidos no ponto 2.2 do Anexo II) ou aqueles estabelecidos nas suas próprias legislações, neste caso, deverão demonstrar que produzem resultados equivalentes (CE, 2002a).

Os efeitos prejudiciais na população poderão ser avaliados com base nas relações dose-resposta (referidas no Anexo III) a serem introduzidas em futuras revisões da Diretiva (CE, 2002a).

3.3 Mapas estratégicos de ruído

Mapas de ruído devem ser produzidos, utilizando-se os indicadores e os métodos de cálculo (descritos anteriormente), pelas autoridades dos Estados-Membros, de acordo com o estabelecido no Quadro 42. Ademais devem assegurar que a informação produzida pelo mapeamento seja disponibilizada e divulgada para o público, de forma clara, compreensível e acessível (CE, 2002a). Esta informação deverá ser enviada para a Comissão, compreendendo os seguintes dados:

- Número total de pessoas morando em edificações expostas a níveis de ruído, entre 55 e 75 dB , na fachada mais exposta (de 5 em 5 dB de L_{den});
- Número total de pessoas morando em edificações expostas a níveis de ruído, entre 50 e 70 dB , na fachada mais exposta (de 5 em 5 dB de L_{den});
- Número total de pessoas morando em edificações com “isolamento especial” e com “fachada relativamente silenciosa” (onde disponível e apropriado);
- Dados de entrada para computação (Ex: Para tráfego rodoviário devem ser apresentados: fluxos de tráfego, velocidade de veículos, composição da frota, tipo de revestimento da via e gradiente da via).

Estes devem satisfazer os requisitos mínimos apresentados no Anexo IV da Diretiva e serem reexaminados. Caso necessário devem ser revistos pelo menos a cada cinco anos após a data de sua elaboração (CE, 2002a).

Quadro 42 - Metas propostas para elaboração de Mapas de Ruído na Diretiva 2002/49/CE

Metas	Prazos
Elaboração e, onde relevante, aprovação por autoridades competentes de mapas estratégicos de ruído sobre a situação do ano civil precedente para todas as aglomerações com mais de 250.000 hab. e todos grandes eixos rodoviários[1] e ferroviários[2] e grandes aeroportos[3]	30/06/2007
Elaboração e, onde relevante, aprovação de mapas estratégicos de ruído sobre a situação do ano civil precedente para todas as aglomerações e todos eixos rodoviários, ferroviários e aeroportos.	30/06/2012

Nota:

1 - 6 milhões de passagens de veículos, por ano;

2 - 60 mil passagens de trens, por ano;

3 - 50.000 decolagens e aterrissagens, por ano.

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

3.4 Planos de Ação

Planos de Ação devem ser elaborados, para a redução de ruído onde necessária e manutenção da qualidade sonora onde ela é boa, a partir da informação fornecida pelo mapeamento.

Estes Planos de Ações devem satisfazer os requisitos mínimos apresentados no Anexo V da Diretiva e serem reexaminados. Caso necessário devem ser revistos pelo menos a cada cinco anos após a data de sua aprovação. Adicionalmente a Diretiva preconiza no Artigo 8º que os Estados-membros vizinhos deverão cooperar nos planos de ação em regiões de fronteiras e que o público seja consultado sobre as propostas de planos de ação (CE, 2002a).

O Quadro 43 apresenta as situações para as quais planos de ação precisão ser elaborados, além dos prazos para a sua execução.

Quadro 43 –Metas propostas para elaboração de Planos de Ação na Diretiva 2002/49/CE

Metas	Prazos
Elaboração de planos de ação para as aglomerações com mais de 250.000 hab. e locais próximos a grandes eixos rodoviários[1] e ferroviários[2] e grandes aeroportos[3].	18/07/2008
Elaboração de planos de ação dirigidos às prioridades, as quais tenham sido identificadas por exceder um valor limite relevante ou outro critério selecionado pelos Estados-membros para as aglomerações e os grandes eixos rodoviários, ferroviários e aeroportos.	18/07/2013

Nota:

1 - 6 milhões de passagens de veículos, por ano;

2 - 60 mil passagens de trens, por ano;

3 - 50.000 decolagens e aterrissagens, por ano.

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Maiores detalhes, sobre as modificações introduzidas na Proposta até ser publicada a Diretiva, podem ser obtidos no Apêndice 9.11.

4. Diretiva sobre Emissão Sonora de Equipamentos Utilizados no Exterior (Diretiva 2000/14/CE)

Legislações relativas à emissão sonora de equipamentos já existiam na Comunidade, envolvendo sete Diretivas relacionadas a equipamentos de construção civil e uma a máquinas de cortar grama. Apesar de existirem levantamentos mostraram que os valores de emissão sonora para estes equipamentos de mesma potência sonora, disponíveis no mercado, diferiam em até 10 dB (CE, 2000b).

A simplificação deste quadro legislatório, a ampliação da gama de máquinas/equipamentos abrangidos e a criação de uma infra-estrutura para a redução da emissão sonora tornavam-se necessárias, conforme apontado no Livro Verde – Futura Política de Ruído da Comunidade (CE, 1996c). Assim, em 8 de maio de 2000, foi adotada a Diretiva 2000/14/EC sobre a emissão de ruído de equipamentos usados no exterior, que simplifica a legislação sobre um número considerável de equipamentos ruidosos (60 diferentes tipos de máquinas/equipamentos). Para 22 destes equipamentos

são estabelecidos níveis limites. Para os demais, apenas aposição de selo ruído (ver Apêndice 9.11).

Esta Diretiva tem por objetivo contribuir para o funcionamento do mercado interno e proteção da saúde, reduzindo as emissões de ruído provenientes de máquinas/equipamentos utilizados no exterior das edificações (CE, 2000b). Para a consecução destes objetivos, esta Diretiva fixa quatro tipos de ações:

- harmonização das legislações dos Estados-Membros relacionadas a padrões de emissão;
- harmonização dos procedimentos relativos à avaliação de conformidade, etiquetagem, documentações técnicas;
- harmonização da informação relativa ao nível acústico (marcação indicativa);
- compilação de dados, considerando a emissão sonora no meio ambiente.

A Diretiva se aplica a máquinas/equipamentos utilizados no exterior da edificação. Define-se equipamento para utilização no exterior quaisquer das máquinas definidas no Artigo 1(2) da Diretiva 98/37/CE, de 22/08/1998, relativa à aproximação de legislações dos Estados-membros relacionados às máquinas, “*automotoras ou não e que, independentemente do ou dos elementos motores, se destinem a ser utilizadas ao ar livre, consoante com o seu respectivo tipo, e contribuam para a exposição ao ruído ambiente. A utilização de equipamentos situados em meios nos quais a transmissão do som não é afetada ou o é de modo não significativo (por exemplo, no interior de tendas, debaixo de coberturas para proteção contra a chuva ou no interior de habitações não concluídas) é considerada equivalente a uma utilização ao ar livre. Entende-se também por equipamento para utilização no exterior qualquer equipamento sem transmissão, para aplicações industriais ou ambientais, que se destine, em função do respectivo tipo, a uma utilização no exterior e contribua para a exposição ao ruído ambiente*” (CE, 2000b).

No Apêndice 9.11 está incluída uma listagem de equipamentos a que esta Diretiva se aplica, de acordo com os Artigos 12° e 13°, citados no Quadro 44. Para os equipamentos

listados no Artigo 12° são estabelecidos níveis limites de emissão sonora e para os listados no Artigo 13° não são estabelecidos níveis limites, sendo estes sujeitos apenas à etiquetagem de emissão sonora, conforme pode ser visualizado na Figura 28.

Quadro 44 – Estrutura da Diretiva sobre Emissão Sonora de Equipamentos utilizados no exterior (Diretiva 2000/14/CE)

Artigo 1º - Objetivo	Artigo 18º - Comitê
Artigo 2º - Escopo	Artigo 19º - Competências do Comitê
Artigo 3º - Definições	Artigo 20º - Relatórios
Artigo 4º - Colocação no mercado	Artigo 21º - Revogação
Artigo 5º - Fiscalização do mercado	Artigo 22º - Transposição e data de aplicação
Artigo 6º - Livre circulação	Artigo 23º - Entrada em vigor
Artigo 7º - Presunção de conformidade	Artigo 24º - Destinatários
Artigo 8º - Declaração CE de conformidade	Anexo I – Definições de equipamentos
Artigo 9º - Não conformidade do equipamento	Anexo II – Declaração CE de conformidade
Artigo 10º - Recursos	Anexo III – Método de medição de ruído transmitido pelo ar, com origem em equipamentos para utilização no exterior
Artigo 11º - Marcação	Anexo IV- Modelo de marcação CE de conformidade e da indicação do nível de potência sonora garantida
Artigo 12º - Limites de emissão sonora	Anexo V – Controle interno de fabricação
Artigo 13º - Equipamentos sujeitos apenas a marcação de emissão sonora	Anexo VI – Controle interno da produção com avaliação da documentação técnica e do controle periódico
Artigo 14º - Avaliação de conformidade	Anexo VII – Verificação por unidade
Artigo 15º - Organismos notificados	Anexo VIII – Garantia total de qualidade
Artigo 16º - Recolha de dados acústicos	Anexo IX – Critérios mínimos a satisfazer pelos Estados-membros na notificação dos organismos
Artigo 17º - Regulamentação da utilização	Anexo X – Verificação por unidade

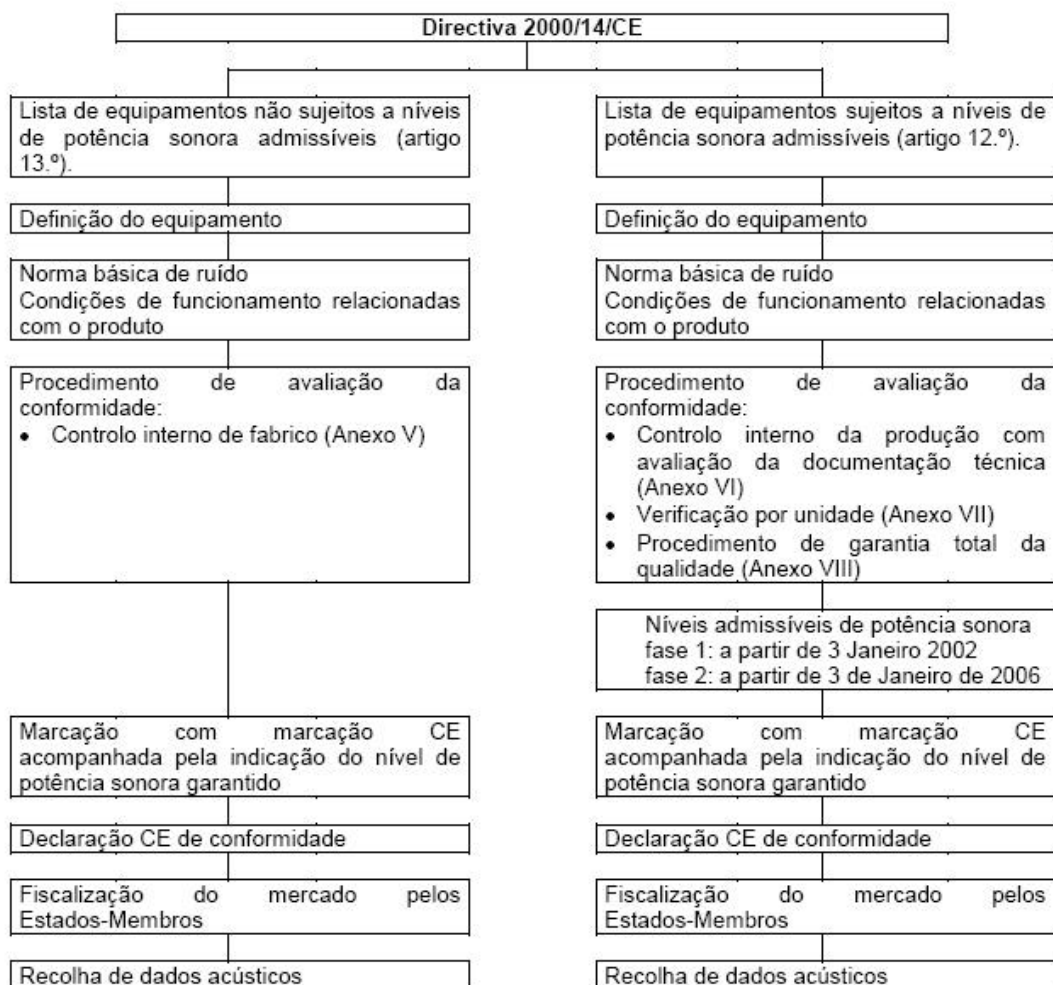
Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Fonte: CE, 2001d.

Figura 28 - Perspectiva geral da Diretiva 2000/14/CE

5. Diretivas sobre Emissão Sonora de Fontes Individuais

Conforme já abordado o foco legislativo no passado da CE centrava-se sobre a limitação da emissão sonora dos principais meios de transporte e equipamentos utilizados no exterior. Apesar deste foco ter sido deslocado para a imissão sonora, tendo em vista que tais legislações adotadas não se traduziram em redução significativa na imissão em áreas residenciais, continuou a ser dada importância à limitação na fonte, cujas medidas para reduzir o ruído e seus efeitos são mais globais do que locais. Acreditou-se que se o Princípio do Poluidor Pagador for seguido, o desenvolvimento das melhores tecnologias disponíveis seria encorajado.

A primeira legislação relativa à emissão sonora de fontes individuais, datada de 1970 e adotada na CE, foi a Diretiva 70/157/CE - Veículos motores. Outras Diretivas foram desenvolvidas, assim como uma Diretiva relativa à emissão sonora de pneus. Estas Diretivas e Decisões da Comissão encontram-se listadas a seguir e resumidas no Apêndice 9.11.

- Diretiva 80/51/CE – Aeronaves subsônicas;
- Diretiva 86/594/CE – Eletrodomésticos;
- Diretiva 89/629/CE – Aeronaves a jato subsônicas;
- Diretiva 92/14/CE – Limitação das operações de aeronaves;
- Diretiva 92/97/CE – Veículos motores (alterou a 70/157 e as demais subseqüentes 77/212 e 84/424);
- Diretiva 96/48/CE – Interoperabilidade de Sistema de Transporte Ferroviário de Alta Velocidade (especificações técnicas, incluindo limites de emissões sonoras a serem adotados, em 2004);
- Diretiva 97/24/CE – Motocicletas;
- Diretiva 2001/16/CE - Interoperabilidade de Sistema de Transporte Ferroviário Convencional (especificações técnicas, incluindo limites de emissões sonoras a serem adotados, em 2004);
- Diretiva 2001/43/CE – Pneus de veículos motores e seus reboques;
- Diretiva 2002/30/CE – Restrições operacionais no entorno de aeroportos;
- Diretiva 2003/44/CE – Embarcações de recreio;
- Decisão da Comissão COM(2001)74 – Classificação de aeronaves para cálculo da taxa aeroportuária relativa a ruído;
- Decisão da Comissão COM (2002)732 – Especificação técnica de interoperabilidade (ETI) para o subsistema “infraestrutura” do Sistema Ferroviário Transeuropeu de Alta Velocidade;
- Decisão da Comissão COM (2002) 732 – Especificação técnica de interoperabilidade (ETI) para o subsistema “material rodante” do Sistema Ferroviário Transeuropeu de Alta Velocidade.

6. Pesquisas

Diferentes pesquisas foram e continuam a ser realizadas relacionadas à Diretiva de Avaliação e Gestão do Ruído Ambiental (DAMEN 2002/49/CE) e a outras Diretivas sobre emissão sonora de fontes (transporte rodoviário, ferroviário e aéreo e equipamentos utilizados no exterior).

De acordo com a CE (2002e) isto se deve ao fato de reconhecer que não poderá ocorrer progresso na política de ruído sem pesquisa. Esta visão tem sido traduzida em metas específicas para seu alcance. Em muitos casos o alcance destas metas depende de novas abordagens tecnológicas, as quais precisam advir de pesquisas. Contudo, estas não são somente necessárias para colocar legislações em prática. Em muitos casos são necessárias para elaborar e estabelecer legislações mais abrangentes. Assim pode-se dizer que pesquisas e legislações constituem a realimentação da política.

Uma breve visão geral destas pesquisas realizadas podem ser encontradas no Apêndice 9.11.

Apêndice 9.11

Diretivas Européias e Pesquisas - Resumo

1. Diretivas Européias

1.1 Proposta de Diretiva relacionada à Avaliação e Gestão do Ruído Ambiental (CE, 2000d)

De acordo com essa proposta o objetivo é estabelecer uma estrutura comum na CE, para a avaliação e a gestão da exposição ao ruído ambiental. Para tal, baseando-se nas conclusões contidas no Livro Verde, esta proposta apresenta uma abordagem mais coerente e eficaz, procurando, primeiro, harmonizar os indicadores de ruído e os métodos de medição, visto que existem muitas formas de se definir e avaliar o ruído ambiental. Segundo, coleta de dados sobre exposição sonora, em mapas de ruído, utilizando indicadores e métodos de avaliação comuns. Terceiro, fazer com que as autoridades competentes gerem informações a serem disponibilizadas à população. O próximo passo será, então, traçar planos de ação, em nível local, bem como definir as bases para o estabelecimento de metas e desenvolvimento de estratégias, incluindo medidas, em nível da CE.

O seu escopo abrange todos os tipos de ruído, incidindo mais explicitamente sobre os ruídos de transportes rodoviário, ferroviário e aeronáutico, no entorno dos aeroportos, e os das indústrias. Não aborda os ruídos produzidos por animais, pela natureza, por vizinhos e pelo próprio indivíduo exposto, além da percepção do ruído no ambiente de trabalho e no interior dos meios de transporte. Compreende, ainda, além dos objetivos e do escopo:

- a justificação da proposta, que incluem os impactos na saúde e na economia; as conseqüências, caso nenhuma ação seja impetrada; a relação com outros programas; estratégias; e políticas ambientais, principalmente, a integração com a política de transporte, uma vez que o ruído foi identificado como um dos domínios de intervenção mais urgente;

- as ações da CE e o princípio da subsidiariedade, apontando a necessidade da responsabilidade partilhada entre a CE e os Estados-membros;
- os resultados da consulta aos parceiros;
- os custos de sua aplicação, notadamente os custos envolvidos para a elaboração de mapas de ruído e planos de ação[1].
- as bases científicas e técnicas que incluem os resultados dos grupos de trabalho estabelecidos, que ao final dos estudos apresentam relatórios conclusivos denominados "position paper"; e
- as disposições da Proposta, onde se expõe que a base jurídica é o artigo 175 do Tratado e que as explicações pormenorizadas das disposições individuais encontram-se no Anexo I e a perspectiva geral dos prazos no Anexo II.

O texto da Proposta de Diretiva, propriamente dito, compreende os artigos e anexos são mostrados no Quadro 45.

Quadro 45 – Artigos e Anexos da Proposta de Diretiva sobre Ruído Ambiental

Artigo 1º - Objetivos	Artigo 12º - Adaptação
Artigo 2º - Âmbito de aplicação	Artigo 13º - Comitê
Artigo 3º - Definições	Artigo 14º - Avaliação
Artigo 4º - Aplicação e responsabilidades	Artigo 15º - Transposição
Artigo 5º - Indicadores de ruído e respectiva aplicação	Artigo 16º - Entrada em vigor
Artigo 6º - Métodos de avaliação	Anexo I – Indicadores de ruído
Artigo 7º - Mapas de ruído	Anexo II – Métodos de avaliação
Artigo 8º - Planos de ação	Anexo III- Requisitos mínimos para *software* de cartografia do ruído
Artigo 9º - Informação ao cidadão	Anexo IV – Requisitos mínimos para os mapas de ruído
Artigo 10º - Coleta e publicação de dados pelos Estados-membros e pela Comissão	Anexo V – Requisitos mínimos para planos de ação
Artigo 11º - Revisão e relatórios	Anexo VI – Dados a enviar à Comissão

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

---

1 Estes custos variam, mas estimou-se, em 2000: 50 a 75 milhões de euros para mapas de aglomerações, ou seja, 10 a 15 milhões de euros anuais e a mesma ordem de grandeza para planos, que podem ser reduzidos, passando a 10 a 20 milhões de euros, tendo em vista que muitas cidades já os fizeram. Considerando os grandes eixos rodoviários e ferroviários, a elaboração dos mapas, é mais simples e estima-se que seja, também, da ordem de 10 a 20 milhões adicionais, a serem utilizados para aglomerações. Para os aeroportos, esta estimativa dependerá do seu porte e varia entre 50.000 e 2 milhões de euros. Assim, para os 150 aeroportos, se estima 15 milhões de euros anuais que, também podem ser reduzidos, visto que muitos aeroportos têm mapas de ruído. ***No total, estima-se 30 a 40 milhões de euros; que representa uma pequena fração dos danos anuais decorrentes do ruído ambiente***.

No Artigo 3º algumas definições têm que ser ressaltadas, tendo em vista que os mapas de ruído e os planos de ação são elaboradas em função das mesmas:

- “Aglomeração, uma parte do território, delimitada pelo Estado-membro, com uma população de mais de 100.000 habitantes e com uma densidade populacional tal que o Estado-membro a considera como uma zona urbanizada”;
- “Grande eixo rodoviário, uma estrada regional, nacional ou internacional, onde se verificam mais de 3 milhões de passagens de veículos, por ano”;
- “Grande eixo ferroviário, uma via férrea, onde se verificam mais de 30.000 passagens de trens, por ano”;
- “Grande aeroporto, um aeroporto civil, com mais de 50.000 decolagens e aterrissagens, por ano”.

As metas e respectivos prazos para aplicação da Diretiva, notadamente para a elaboração e aprovação de mapas de ruído, planos de ação, bem como revisão e emissão de relatórios, por parte da Comissão, são explicitados nos Artigos 7º, 8º e 11º, e transcritos no Quadro 46.

Quadro 46 – Metas previstas na Proposta da Diretiva COM (2000) 468

Metas	Prazos
Elaboração e aprovação de mapas de ruído sobre a situação do ano civil precedente para todas as aglomerações com mais de 250.000 hab. e todos grandes eixos rodoviários, ferroviários e grandes aeroportos.	31/12/2004
Elaboração e aprovação de mapas de ruído sobre a situação do ano civil precedente para todas as aglomerações com mais de 100.000 hab.	31/12/2009
Finalização e aprovação de planos de ação para todas as aglomerações com mais de 250.000 hab. e grandes eixos rodoviários, ferroviários e grandes aeroportos.	31/12/2005
Finalização e aprovação de planos de ação para todas as aglomerações com mais de 100.000 hab.	31/12/2010
Apresentação de relatório ao Parlamento Europeu e ao Conselho, baseado na experiência adquirida na aplicação da Diretiva.	31/12/2007
Apresentação de relatório de avaliação ao Parlamento Europeu e ao Conselho, baseado na aplicação da Diretiva.	01/01/2009

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

1.2. Diretiva relacionada à Avaliação e Gestão do Ruído Ambiental (CE, 2002a)

Em 25 de junho de 2002, após a segunda e última leitura da Proposta de Diretiva sobre Ruído Ambiental COM (2000) 468, por parte do Parlamento Europeu e do Conselho Europeu, adotou-se a Diretiva sobre Ruído Ambiental 2002/49/EC, cujo objetivo principal é fornecer uma base comum para lidar com os problemas de ruído em toda a CE. Os princípios desta Diretiva são similares àqueles de outras Diretivas de política de meio ambiente, como se segue:

- Monitoramento do problema ambiental – requerendo das autoridades competentes nos Estados-membros a elaboração de mapas estratégicos de ruído para grandes eixos rodoviários, ferroviários, aeroportos e aglomerações usando indicadores harmonizados (Lden e Lnight). Tais mapas serão utilizados para avaliar o número de pessoas incomodadas e com o sono perturbado na Europa ;
- Informação e consulta ao público sobre a exposição ao ruído, os seus efeitos e as medidas consideradas para tratar a questão do ruído, alinhada com os princípios da Convenção de Aarhus[2];
- Tratar das questões de ruído localmente, requerendo das autoridades competentes a elaboração de planos de ação. A Diretiva não estabelece valores limites de ruído, nem prescreve medidas a serem incorporados nos planos de ação, as quais deverão ser definidas pelas autoridades competentes; e
- Desenvolvimento de estratégias de longo prazo para a CE, as quais incluem objetivos para a redução do número de pessoas afetadas pelo ruído, e fornece estrutura para o desenvolvimento da política sobre redução de ruído nas fontes.

A estrutura da Proposta de Diretiva sofreu pequenas alterações, tais como a entrada de um novo artigo – o Artigo 17º que esclarece para quem se destina a Diretiva. Também, do ponto de vista do conteúdo, ocorreram algumas mudanças, como pode ser visto a seguir.

Os considerandos iniciais foram ampliados de treze para dezesseis, deixando alguns itens de existir, porém entrando novos e que se referem às categorias de ruídos para as

2 Convenção sobre o acesso à informação, participação pública nos processos de tomadas de decisão e acesso à justiça em matéria de meio ambiente, adotada na 4º Conferência Ministerial em "Meio Ambiente para a Europa", realizada na cidade Aarhus, em 25 de junho de 1998.

quais a Diretiva não se aplica; e a necessidade de aplicação do Princípio da Prevenção para preservar áreas sossegadas em aglomerações, bem como de utilização de indicadores suplementares, além do L_{den} e do L_{night}, para monitorar ou controlar situações especiais de ruído.

Os objetivos, inclusos no Artigo 1º, basicamente se mantiveram, ratificando a necessidade de se definir uma abordagem comum a fim de evitar, prevenir ou reduzir os efeitos prejudiciais à saúde humana, incluindo o incômodo devido à exposição ao ruído ambiental, envolvendo:

- a determinação da exposição ao ruído ambiental, por meio da elaboração de mapas de ruído e adoção de métodos de avaliação comum;
- a disponibilização da informação sobre ruído ambiental e seus efeitos à população; e
- a adoção de planos de ação, baseados nos mapas de ruído, visando prevenir e reduzir o ruído ambiental onde necessário e, particularmente, onde os níveis de ruído podem induzir efeitos prejudiciais à saúde humana e preservar a qualidade ambiental onde ela é boa.

Além de incluir a necessidade da Diretiva fornecer uma base para o desenvolvimento de medidas para reduzir o ruído emitido pelas fontes principais, em particular, veículos, trens e suas infra-estruturas, aeronaves, equipamentos usados no exterior e industriais e máquinas circulantes.

O Artigo 2º, relativo ao escopo desta Diretiva, não foi alterado. Preconiza que esta é aplicável ao ruído ambiente a que os seres humanos se encontram expostos, em especial em áreas construídas, parques públicos ou em outras zonas sossegadas de uma aglomeração, em zonas sossegadas em campo aberto, nas imediações de escolas, hospitais e outros edifícios e zonas sensíveis ao ruído.

Não é aplicável a ruídos produzidos pela própria pessoa exposta, provenientes de atividades domésticas, produzidos por vizinhos, em locais de trabalho ou dentro dos meios de transporte ou, ainda, devidos a atividades militares em zonas militares.

Algumas definições foram excluídas do Artigo 3º, como por exemplo a de saúde, a de isolamento especial contra ruído e a de fachada relativamente sossegada. Porém foram incluídas outras, como a definição do $L_{evening}$ (indicador de ruído do fim-de-tarde), associado ao incômodo durante o período vespertino, conforme definido mais detalhadamente no anexo I da Diretiva. Outras foram alteradas, como as relativas a "grande eixo rodoviário" (passou de 3 milhões para 6 milhões de passagens de veículos, por ano), e a "grande eixo ferroviário" (passou de 30 mil para 60 mil passagens de trens, por ano).

No Artigo 4º, relativo à implementação e responsabilidades, o prazo, para os Estados-membros informarem quem são as autoridades competentes para a implementação da Diretiva, estendeu-se para, aproximadamente, 1 ano, passando para 18/07/2005. Isto se deve ao fato de que a Proposta de Diretiva é de 2000 e a Diretiva foi aprovada em 2002. Como será visto adiante, todos os outros prazos também foram dilatados.

O Artigo 5º, que trata da utilização de indicadores (L_{den} e L_{night}) para a preparação e revisão dos mapas estratégicos de ruído, bem como da obrigatória utilização de métodos comuns de avaliação para determinação destes indicadores, sofreu alteração no que diz respeito ao prazo para a comunicação dos valores-limite determinados pelos Estados-membros, foi estendido para 18/07/2005.

Neste artigo é ainda estabelecido que os Estados-membros poderão utilizar indicadores de ruído suplementares, para casos especiais, como aqueles listados no Anexo 1, e outros indicadores, além dos L_{den} e $L_{night,}$ para fins de planejamento acústico e zoneamento do ruído.

O Artigo 6º não sofreu alterações. Nele é estabelecido que os valores de L_{den} e L_{night} serão determinados pelos métodos de avaliação definidos no Anexo II. Estes métodos serão estabelecidos mediante revisão do Anexo 2. Até a definição dos novos métodos os Estados-Membros poderão utilizar os métodos definidos no ponto 2.2 do referido Anexo ou aqueles estabelecidos nas suas próprias legislações. Neste caso, deverão demonstrar que produzem resultados equivalentes. Já os efeitos prejudiciais poderão ser avaliados com base nas relações dose-efeito, referidas no Anexo III.

Os Artigos 7º e 8º, respectivamente, relacionados a mapas estratégicos de ruído e plano de ações, sofreram modificações. Tais modificações se deram nos prazos estabelecidos, passando a vigorar aqueles apresentados no Quadro 47. Observa-se que os mapas estratégicos de ruído e os planos de ação devem ser realizados em duas etapas. Além disto, onde se lê "todas as aglomerações e todos grandes eixos rodoviários e ferroviários e grandes aeroportos" deve-se considerar as definições estabelecidas no Artigo 3º da Diretiva.

Quadro 47 – Metas propostas na Diretiva 2002/49/CE

Metas	**Prazos**
Elaboração e, onde relevante, aprovação por autoridades competentes de mapas estratégicos de ruído sobre a situação do ano civil precedente para todas as aglomerações com mais de 250.000 hab. e todos grandes eixos rodoviários e ferroviários e grandes aeroportos.	30/06/2007
Elaboração e, onde relevante, aprovação de mapas estratégicos de ruído sobre a situação do ano civil precedente para todas as aglomerações e todos eixos rodoviários, ferroviários e aeroportos.	30/06/2012
Elaboração de planos de ação para as aglomerações com mais de 250.000 hab. e locais próximos a grandes eixos rodoviários e ferroviários e grandes aeroportos.	18/07/2008
Elaboração de planos de ação dirigidos às prioridades, as quais tenham sido identificadas por exceder um valor limite relevante ou outro critério selecionado pelos Estados-membros para as aglomerações e os grandes eixos rodoviários, ferroviários e aeroportos.	18/07/2013
Apresentação de relatório ao Parlamento Europeu e ao Conselho baseado na experiência adquirida na aplicação da Diretiva	18/07/2009

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Além disto estabelece que os mapas estratégicos de ruído e os planos de ação deverão satisfazer os requisitos mínimos apresentados, respectivamente, nos Anexo IV e V e serem reexaminados e, se necessário, revistos pelo menos a cada cinco anos após a data de sua elaboração. Adicionalmente, preconiza no Artigo 8º que os Estados-membros vizinhos deverão cooperar nos planos de ação em regiões de fronteiras e que o público seja consultado sobre as propostas de planos de ação.

O Artigo 9º, que faz menção à necessidade dos Estados-membros assegurarem que os mapas estratégicos de ruído, bem como os planos de ação elaborados sejam disponibilizados e divulgados para o público, de forma clara, compreensível e acessível, não sofreu alteração.

O Artigo 14º, relativo à avaliação, e que compreendia a obrigação de apresentação de relatório ao Parlamento Europeu e ao Conselho, foi extinto.
Com relação aos Anexos pode-se dizer que:

O ***Anexo 1*** - Indicadores de ruído (L_{den} e L_{night}) – compreende as definições destes indicadores. Teve o item relativo a aplicação retirado e passou a ser especificado que, para fins de planejamento acústico e zoneamento de ruído, a altura do ponto de avaliação pode ser escolhida, porém nunca inferior a 1,5m acima do solo.
Apresenta uma lista de indicadores de ruídos especiais que podem ser utilizados, por exemplo, quando:

- a fonte de ruído em questão funciona apenas durante uma pequena parte do tempo (por exemplo, menos de 20 % do tempo, no total dos períodos diurnos, vespertinos ou noturnos, durante um ano);
- verifica-se, em média, num ou mais dos períodos, um número muito baixo de eventos acústicos (por exemplo, menos de um evento acústico por hora, podendo um evento acústico ser definido como um ruído que dura menos de cinco minutos; são exemplos, o ruído provocado pela passagem de um comboio ou e uma aeronave);
- a componente de baixa freqüência do ruído é significativa;
- L_{Amax} ou SEL (nível de exposição sonora) para proteção do período noturno em caso de picos de ruído;
- proteção suplementar durante o fim-de-semana ou num período específico do ano;
- proteção suplementar no período diurno;
- proteção suplementar no período vespertino;
- combinação de ruídos de diferentes fontes;
- zonas sossegadas em campo aberto;
- o ruído contém fortes componentes tonais; e
- o ruído tem características impulsivas.

Foi retirado do Anexo II – Métodos de Avaliação, a parte relativa a métodos de avaliação para os efeitos prejudiciais, constituindo-se agora no Anexo III. E o Anexo III – Requisitos Mínimos para *Software* de Cartografia do Ruído, foi, também, retirado.

No ***Anexo II*** é apresentada uma lista de métodos de cálculo recomendados para a determinação dos indicadores L_{den} e L_{night}, como se segue. Todos terão que ser adaptados à definição destes indicadores, até 01 de julho de 2003.

- Ruído industrial: ISO 9613-2: "Acoustics — Attenuation of sound propagation outdoors, Part 2: General method of calculation".

  Os dados de emissão de ruído (dados de entrada) apropriados para este método podem ser obtidos a partir de medições, efetuadas de acordo com um dos seguintes métodos:
  - ISO 8297: 1994 *"Acoustics - Determination of sound power levels of multisource industrial plants for evaluation of sound pressure levels in the environment - Engineering method"*;
  - EN ISO 3744: 1995 *"Acoustics — Determination of sound power levels of noise using sound pressure - Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane"*;
  - EN ISO 3746: 1995 *"Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using an enveloping measurement surface over a reflecting plane"*.
- **Ruído das aeronaves**: ECAC.CEAC Doc. 29 "*Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports*", 1997. Entre as diferentes abordagens quanto à concepção das rotas de vôo, será utilizada a técnica de segmentação mencionada na secção 7.5 do Doc. 29 da ECAC.CEAC.
- **Ruído de tráfego rodoviário**: O método de cálculo francês "*NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU- LCPC-CSTB*", publicado no «*Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 mai 1995, article 6*» e na norma francesa «XPS 31-133». No que se refere aos dados de entrada relativos à emissão, estes documentos remetem para o "*Guide du bruit des transports terrestres, fascicule prévision dês niveaux sonores*", CETUR 1980.
- **Ruído de tráfego ferroviário**: O método de cálculo nacional "*Standaard-Rekenmethode II*" dos Países Baixos, publicado na "*Reken — Meetvoorschrift Railverkeerslawaai '96, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer*", 20 de novembro de 1996.

No ***Anexo III*** – Métodos de Avaliação dos efeitos sobre a saúde - é estabelecido que para avaliar os efeitos do ruído sobre as populações deverão ser utilizadas as relações de dose/resposta introduzidas por futuras revisões, do presente Anexo, e referir-se-ão nomeadamente à:

- relação entre o incômodo e o Lden referentes ao ruído do tráfego rodoviário, ferroviário e aéreo e ao ruído industrial; e
- relação entre as perturbações do sono e o Lnight referentes ao ruído do tráfego rodoviário, ferroviário e aéreo e ao ruído industrial.

Poderão, se necessário, serem apresentadas relações dose-resposta específicas para:

- habitações com especial isolamento anti-ruído, tal como definido no Anexo VI;
- habitações com fachada calma, tal como definido no Anexo VI;
- diferentes climas/culturas;
- grupos vulneráveis da população;
- ruído industrial tonal; e
- ruído industrial impulsivo e outros casos especiais.

Os ***Anexos IV e V***, compreendendo respectivamente os Requisitos Mínimos para Mapas Estratégicos de Ruído e os Requisitos Mínimos para Planos de Ação, referidos nos Artigos 7º e 8º, quase não sofreram alterações.

O ***Anexo IV*** estabelece que um mapa estratégico do ruído é uma apresentação de dados sob diferentes aspectos, podendo ser representado ao público em forma de gráficos ou conjunto de dados numéricos. Todavia, para propósito de informar à população, informações adicionais e mais detalhadas precisam ser dadas, conforme especificado no Anexo. Servem, também, para o fornecimento de dados à Comissão, cujos requerimentos mínimos relativos aos dados a serem enviados encontram-se no Anexo VI, e como base para os Planos de Ação. Aponta ainda a necessidade da Comissão de elaborar Diretivas suplementares sobre mapas de ruído e softwares para construção destes mapas.

O ***Anexo V*** compreende os elementos mínimos necessários para os planos de ação, as ações as quais autoridades competentes têm que considerar no âmbito de sua

competência, bem como aponta a necessidade dos planos conterem estimativas de redução do número de pessoas afetadas (incomodadas, com perturbações no sono e outras). Outrossim, aborda a questão da CE ter que desenvolver Diretivas suplementares sobre os planos de ação, de acordo com o Artigo 13º.

O ***Anexo VI***, referido no Artigo 10º, contempla quais são os dados relativos a aglomerações e grandes eixos rodoviários, ferroviários e grandes aeroportos que têm que ser enviados à Comissão, incluindo o número estimado de pessoas vivendo em residências que são expostas, para cada uma das bandas de valores de L_{den} em dB, a uma altura de 4 m acima do solo, na fachada mais exposta: 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75, separadamente para o ruído proveniente do tráfego rodoviário, ferroviário e aéreo e de fontes industriais. Adicionalmente deverá ser indicado o número de pessoas nas categorias, anteriormente apresentadas, que vivem em habitações com isolamento especial contra ruído e com uma fachada relativamente sossegada.

1.3 Diretiva sobre Emissão Sonora de Equipamentos Utilizados no Exterior (CE, 2000b)

Legislações considerando a questão de ruído de equipamentos já existiam na Comunidade, envolvendo nove Diretivas relacionadas a equipamentos de construção e máquinas de cortar grama. A simplificação deste quadro legislatório e a criação de uma infra-estrutura para a redução da emissão sonora tornavam-se necessária, conforme apontado no Livro Verde – Futura Política de Ruído da Comunidade.

Apesar destas legislações existirem, levantamentos mostraram que os valores de emissão sonora para equipamentos usados ao ar livre de mesma potência sonora disponíveis no mercado diferiam em até 10 dB.

De acordo com o 5º Programa de Ação Ambiental – “Towards Sustainability” (1993-2000), o ruído é um dos mais prementes problemas ambientais nas zonas urbanas e refere o fato da necessidade de tomar ações, considerando-se várias fontes de ruído.

Em 8 de maio de 2000 foi adotada a Diretiva 2000/14/EC sobre a aproximação de leis dos Estados-membros relacionadas à emissão sonora no meio ambiente por equipamentos usados no exterior e entrou em vigor em 3 de julho do mesmo ano.

Uma perspectiva geral desta Diretiva, que possui os seguintes Artigos e Anexos, pode ser visualizada no Quadro 42 (Capítulo 9 Apêndice 10).

Esta Diretiva tem por objetivos: harmonizar as legislações dos Estados-membros relacionadas a padrões de emissão, aos procedimentos de avaliação de conformidade, à etiquetagem, a documentações técnicas e à coleta de dados considerando a emissão sonora no meio ambiente por equipamentos utilizados no exterior.

Define-se equipamento para utilização no exterior quaisquer das máquinas definidas no Artigo 1(2) da Diretiva 98/37/EC, de 22/08/1998, relativa à aproximação de legislações dos Estados-membros relacionados às máquinas, *automotoras ou não e que, independentemente do ou dos elementos motores, se destinem a ser utilizadas ao ar livre, consoante com o seu respectivo tipo, e contribuam para a exposição ao ruído ambiente. A utilização de equipamentos situados em meios nos quais a transmissão do som não é afetada ou o é de modo não significativo (por exemplo, no interior de tendas, debaixo de coberturas para proteção contra a chuva ou no interior de habitações não concluídas) é considerada equivalente a uma utilização ao ar livre. Entende-se também por equipamento para utilização no exterior qualquer equipamento sem transmissão, para aplicações industriais ou ambientais, que se destine, em função do respectivo tipo, a uma utilização no exterior e contribua para a exposição ao ruído ambiente*".

Assim sendo fogem ao seu escopo os equipamentos destinados ao funcionamento em recintos fechados e máquinas fixas. Estas últimas incluem, por exemplo, compressores permanentemente fixados fora de edificações ou bombas permanentemente instaladas fora de uma indústria. Além de todos os equipamentos primariamente intencionados para transporte de mercadorias ou pessoas por via rodoviária, ferroviária, aérea, fluvial ou

marítima e equipamentos especialmente projetados e construídos para propósitos militares e policiais e para serviços emergenciais.

Uma listagem dos equipamentos a que se aplica esta Diretiva é apresentada nos Artigos 12º e 13º, transcrita a seguir. Observa-se na Figura 28 (Apêndice 9.10) que, dependendo se o equipamento consta da listagem de um artigo ou do outro, os requisitos a serem atendidos são diferentes. No Anexo I são apresentadas as definições de cada um dos equipamentos.

Os equipamentos listados no Artigo 12º, para os quais são estabelecidos limites de emissão sonora, são:

1. Monta-cargas (com motor de combustão);
2. Compactadores (apenas cilindros vibrantes e não vibrantes, placas vibradoras a apiloadores vibrantes);
3. Compressores (< 350 kW);
4. Martelos-demolidores e martelos-perfuradores manuais;
5. Guinchos de construção (como motor a combustão);
6. Dozers (tratores de terraplanagem) (< 500 kW);
7. Dumpers (< 500 kW);
8. Escavadoras hidráulicas ou de cabos (< 500 kW);
9. Escavadoras-carregadoras (< 500 kW);
10. Niveladoras (< 500 kW);
11. Fontes de pressão hidráulica;
12. Compactadores tipo carregadora, com balde (< 500 kW);
13. Máquinas de cortar grama (excluindo equipamento agrícola e florestal e equipamento polivalente cuja principal componente motorizada tenha potência instalada superior a 20 kW);
14. Máquinas de aparar bermas e taludes;

15. Empilhadeiras com motor de combustão, em console (excluindo as outras empilhadeiras em console, na definição dada no ponto 36, segundo travessão, do anexo I, com capacidade nominal não superior a 10 toneladas);
16. Carregadoras (< 500 kW);
17. Gruas automóveis;
18. Motoenxadas (< 3 kW);
19. Espalhadoras-acabadoras (excluindo as espalhadoras-acabadoras equipadas com uma placa de alta compactação)
20. Grupos geradores elétricos (< 400 kW);
21. Gruas-torres;
22. Grupo geradores de solda.

Os equipamentos listados no Artigo 13º, sujeitos à apenas etiquetagem de emissão sonora, são:

1. Plataformas de acesso elevado com motor de combustão;
2. Máquinas de cortar grama;
3. Monta-cargas (com motor elétrico)
4. Serras mecânicas de fita para estaleiro;
5. Serras circulares para estaleiro;
6. Serras portáteis de corrente;
7. Veículos para lavagem e sucção a alta pressão em combinação;
8. Compactadores (apenas apiloadores de explosão);
9. Máquinas de misturar concreto ou argamassa);
10. Guinchos de construção (com motor elétrico);
11. Máquina de transporte e espalhamento de concreto e argamassa;
12. Correias transportadoras;

13. Sistema de refrigeração em veículos;
14. Aparelho de perfuração;
15. Equipamento para carga e descarga de tanques ou silos em caminhões;
16. Contentores para reciclagem de vidro;
17. Máquinas de aparar grama/ máquinas de aparar bermas e taludes;
18. Máquina de cortar sebes;
19. Lavadores a alta pressão;
20. Máquina de jato d'água a alta pressão;
21. Martelos hidráulicos;
22. Máquinas de serragem de juntas;
23. Máquinas de soprar folhagem;
24. Máquina de recolher folhagem
25. Empilhadeiras com motor de combustão, em console (apenas outras empilhadeiras em console, na definição dada no ponto 36, segundo travessão, do anexo 1, com uma capacidade nominal não superior a 10 ton)
26. Contentores de lixo móveis;
27. Espalhadoras-acabadoras (equipadas com placa de alta compactação);
28. Equipamento bate-estacas;
29. Tratores para deposição de tubagem;
30. Tratores para neve;
31. Grupo geradores de energia (= 400 kW);
32. Vassouras aspiradoras;
33. Veículos de coleta de lixo;
34. Fresadoras para estrada;
35. Escarificadores;
36. Retalhadoras-estilhaçadoras;

37. Máquinas de remoção de neve com instrumentos rotativos (automotrizes, excluindo os acessórios);
38. Veículo de sucção;
39. Escavadoras de valas;
40. Caminhões betoneiras;
41. Bombas d'água (para utilização em imersão).

O nível de potência sonora garantido[3] dos equipamentos listados no Artigo 12º não deve exceder o nível de potência sonora admissível estabelecido no Quadro 46. Observa-se que esse atendimento, conforme pode ser visto na Figura 28, é dividido em duas fases: Fase 1 – a partir de 03 de janeiro de 2002 e Fase 2 - a partir de 03 de janeiro de 2006.

As disposições desta Diretiva dizem respeito a equipamentos colocados no mercado europeu ou colocados em serviço pela primeira vez após 3 de janeiro de 2002, inclusive aqueles de segunda mão utilizados em qualquer país fora da Comunidade e importados pela primeira vez para a Comunidade.

A colocação no mercado ou a colocação em serviço só poderá ser realizada caso o respectivo fabricante ou o seu mandatário estabelecido na Comunidade garantir que:

- o equipamento satisfaça aos requisitos relativos a sua emissão sonora para o meio ambiente previstos nesta Diretiva;
- os procedimentos de avaliação de conformidade, a que se refere o Artigo 14º, sejam completados;
- o equipamento exibe a marcação CE e a indicação do nível de potência sonora garantido, além de vir acompanhado de uma declaração CE de conformidade.

[3] **Nível de potência sonora garantido**: o nível de potência sonora determinado, segundo os requisitos que constam do Anexo III, que inclui as incertezas devidas às variações de produção e aos processos de medição, valor esse que o fabricante ou o seu mandatório estabelecido na Comunidade confirmem não ser excedido, segundo os instrumentos técnicos aplicados e referidos na documentação técnica.

Quadro 48 - Nível de Potência Sonora admissível estabelecido para os Equipamentos listados no Artigo 12º da Diretiva.

Tipo de equipamento	P: Potência instalada efectiva (kW) P_{el} : Potência eléctrica (*) (kW) m: Massa do aparelho (kg) L: Espessura transversal (cm)	Nível admissível de potência sonora em dB/1 pW	
		Fase I A partir de 3 de Janeiro de 2002	Fase II A partir de 3 de Janeiro de 2006
Compactadores (cilindros vibrantes, placas vibradoras e apiloadores vibrantes)	$P \leq 8$	108	105
	$8 < P \leq 70$	109	106
	$P > 70$	89 + 11 lg P	86 + 11 lg P
Dozers, carregadoras e escavadoras-carregadoras, com rasto contínuo	$P \leq 55$	106	103
	$P > 55$	87 + 11 lg P	84 + 11 lg P
Dozers, carregadoras e escavadoras-carregadoras com rodas, dumpers, niveladoras, compactores tipo carregadora,	$P \leq 55$ Verificar com as anteriores directivas	104	101
empilhadores em consola com motor de combustão, gruas móveis, compactadores (cilindros não vibrantes), espalhadoras--acabadoras, fontes de pressão hidráulica,	$P > 55$	85 + 11 lg P	82 + 11 lg P
guincho de construção, motoenxadas	$P \leq 15$	96	93
	$P > 15$	83 + 11 lg P	80 + 11 lg P
Martelos manuais demolidores e perfuradores	$m \leq 15$	107	105
	$15 < m < 30$	94 + 11 lg m	92 + 11 lg m
	$m \geq 30$	96 + 11 lg m	94 + 11 lg m
Gruas-torres		98 + lg P	96 + lg P
Grupos electrogéneos de soldadura e potência	$P_{el} \leq 2$	97 + lg P_{el}	95 + lg P_{el}
	$2 < P_{el} \leq 10$	98 + lg P_{el}	96 + lg P_{el}
	$P_{el} > 10$	97 + lg P_{el}	95 + lg P_{el}
Compressores	$P \leq 15$	99	97
	$P > 15$	97 + 2 lg P	95 + 2 lg P
Corta-relva, corta-erva, corta-bordaduras	$L \leq 50$	96	94**
	$50 < L \leq 70$	100	98
	$70 < L \leq 120$	100	98**
	$L > 120$	105	103**

(*) P_{el} para grupo electrogéneos de soldadura: a intensidade de corrente convencional de soldadura multiplicada pela tensão convencional de carga para o valor mais baixo da taxa de laboração do fabricante.
P_{el} para grupos electrogéneos de potência: potência primária, de acordo com a ISO 8528-1:1993, cláusula 13.3.2

(**) Valores indicativos apenas. Os valores definitivos serão função da alteração da directiva na sequência da publicação do relatório previsto no n.º 3 do artigo 20.º. No caso da sua não alteração, os valores previstos para a fase I deverão continuar a ser aplicáveis na fase II.

O nível de potência sonora admissível será arredondado ao inteiro mais próximo (por excesso ou por defeito, conforme, respectivamente, a parte decimal do nível for maior ou igual a 0,5 ou menor do que 0,5).

Fonte: CE, 2000b.

Os passos para a avaliação da conformidade estabelecidos para os equipamentos abrangidos pelo Artigo 12º (com valores-limite) são apresentados nas Figuras 29, 30, e 31 e para equipamentos abrangidos pelo artigo 13º (sem valores-limite) na Figura 31V.

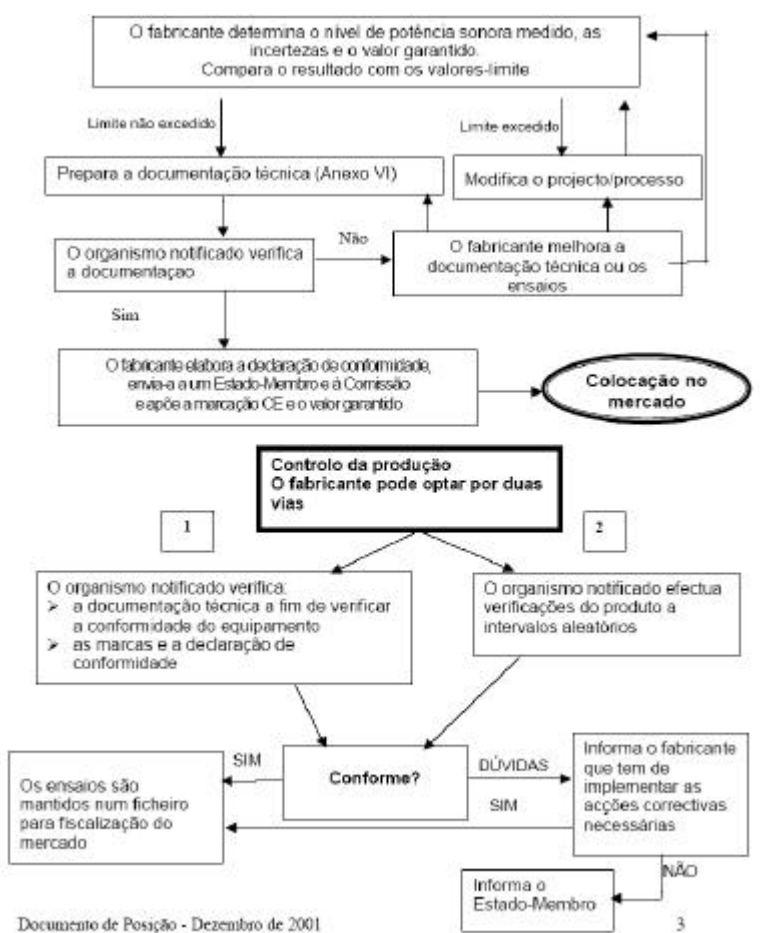
A declaração CE de conformidade para cada tipo de equipamento fabricado, referido no Artigo 1º ou 2º, deve ser estabelecida pelo fabricante ou o seu mandatário estabelecido na Comunidade, a fim de certificar sua conformidade com a Diretiva. Esta declaração deverá conter os elementos descritos no Anexo II – Declaração de Conformidade da Diretiva.

Fonte: CE, 2001d.

Figura 29 - Avaliação prévia à colocação no Mercado e durante a Produção

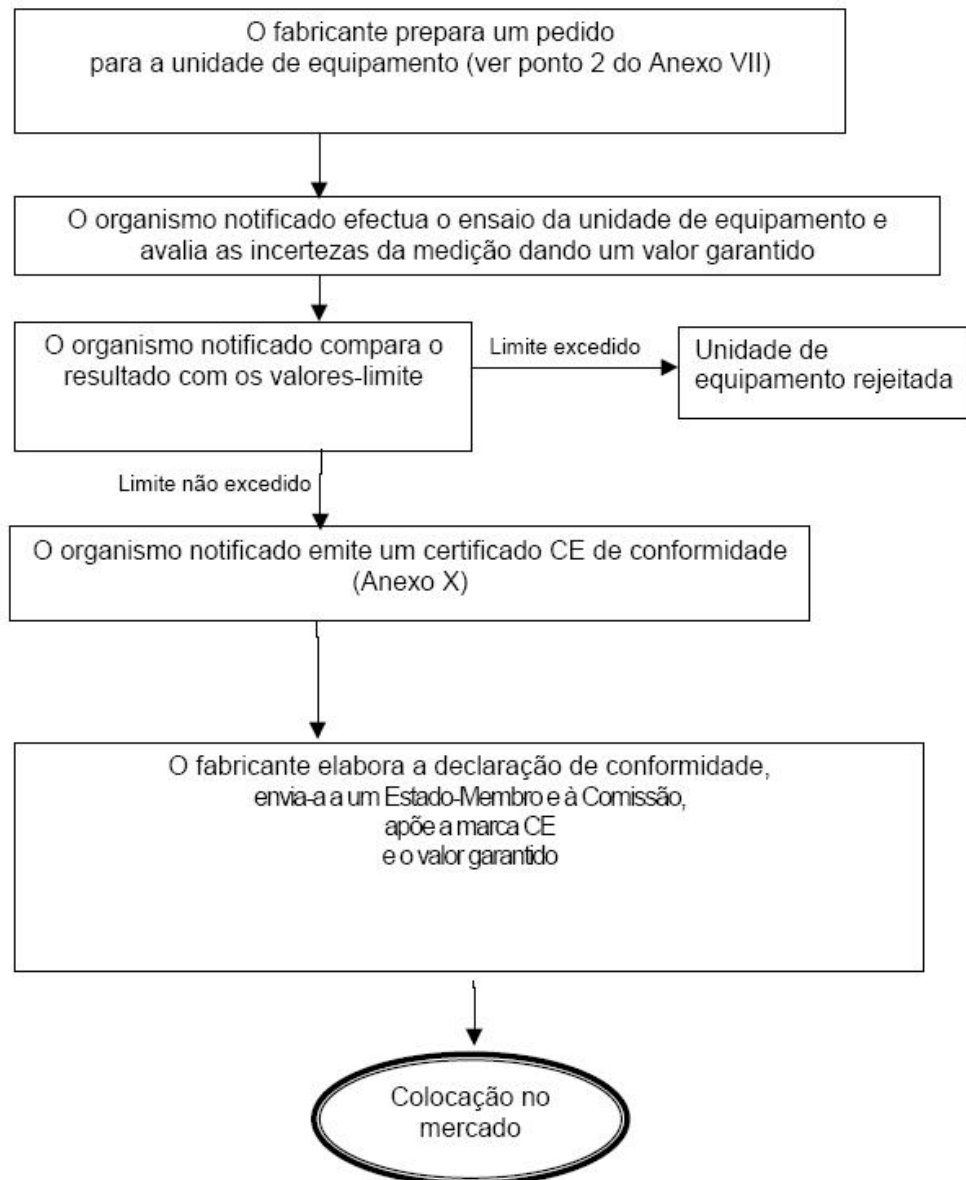
(Anexo VI "Controle interno da produção com avaliação da documentação técnica e do controle periódico").

Fonte: CE, 2001d.

Figura 30- Avaliação prévia à colocação no Mercado e durante a Produção

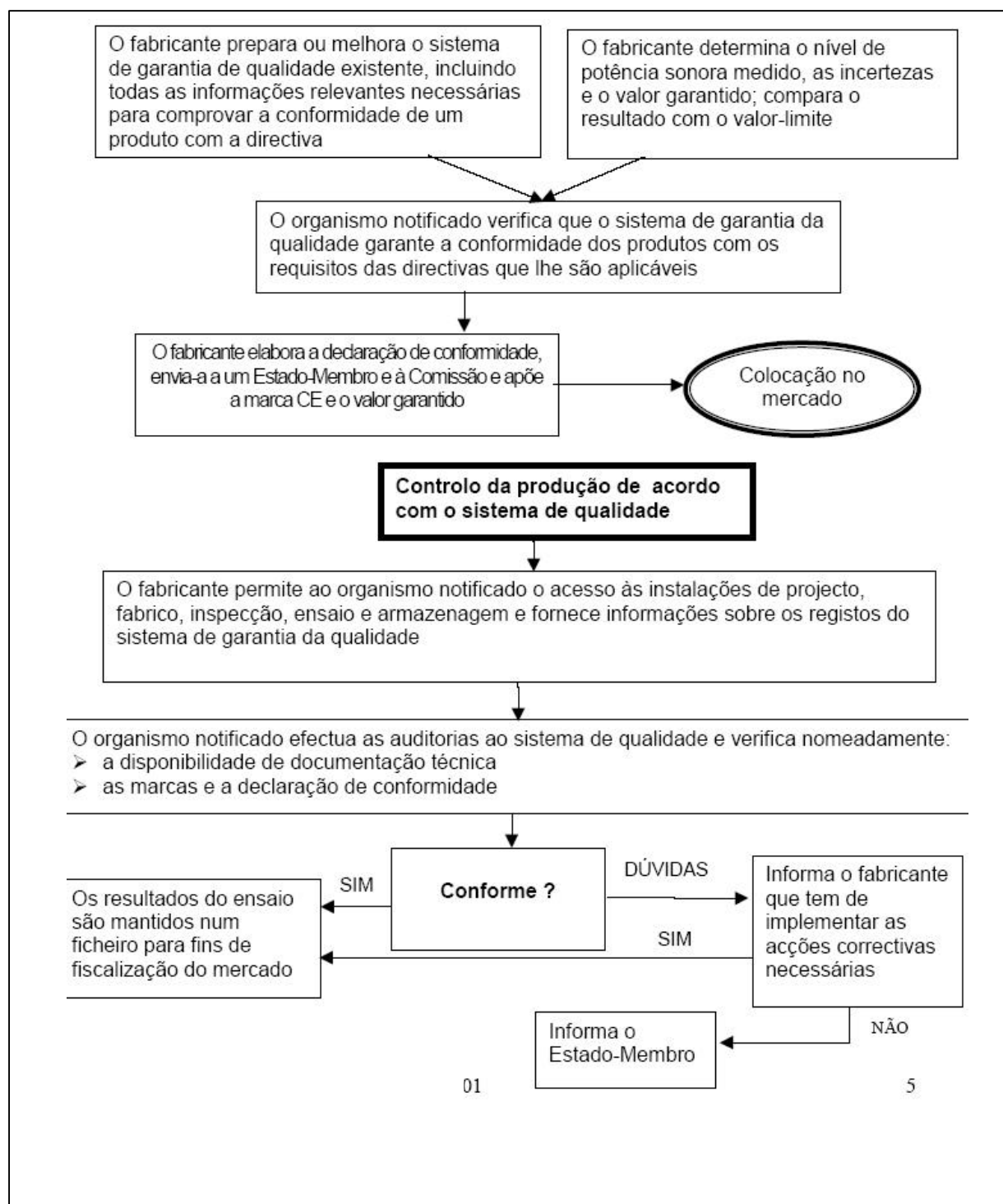
(Anexo VII - "Verificação por unidade").

Fonte: CE, 2001d.

Figura 31 - Avaliação prévia à colocação no Mercado e durante a Produção

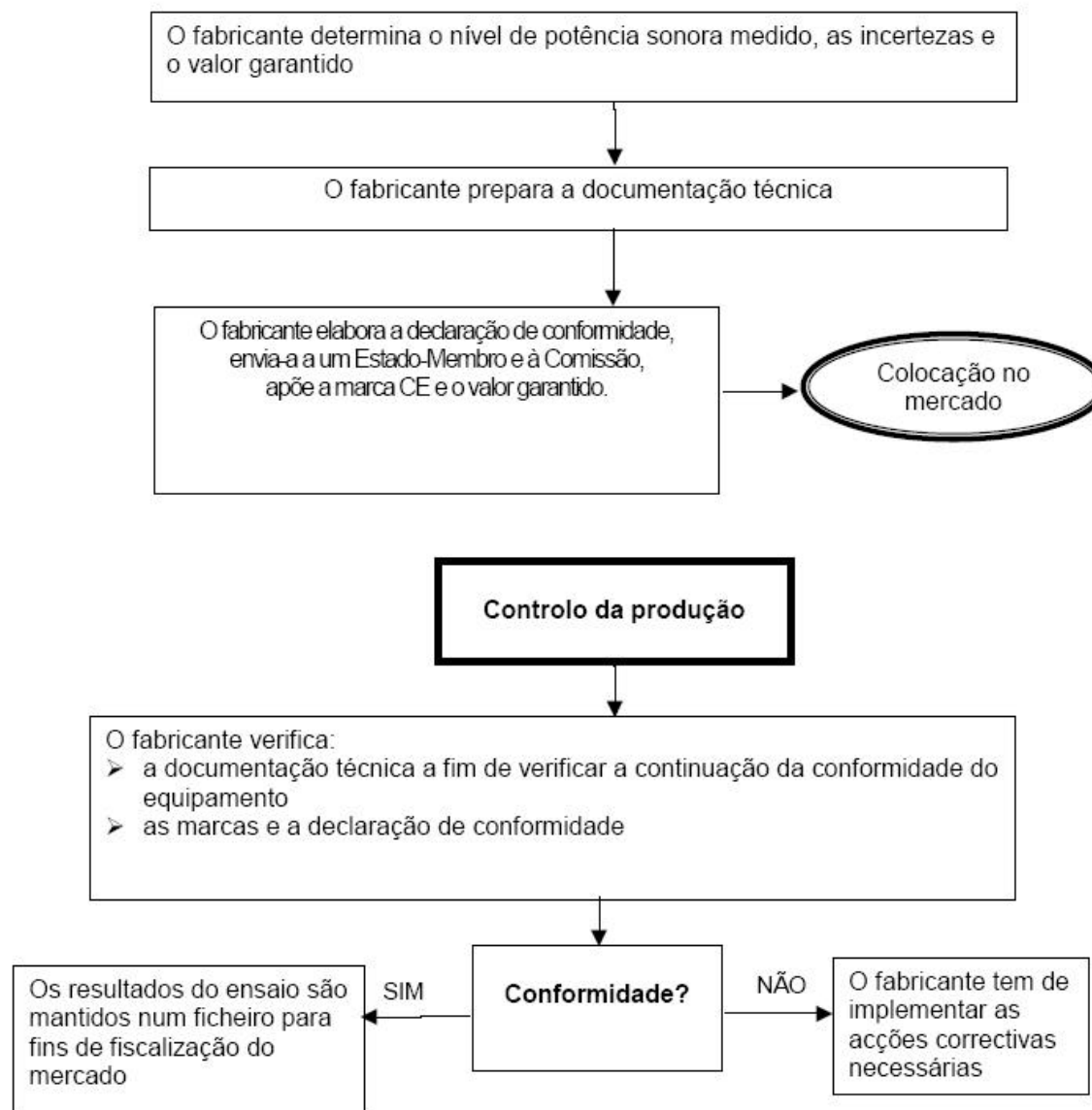
(Anexo VIII: "Garantia total da qualidade")

Fonte: CE, 2001d.

Figura 32 - Avaliação prévia à colocação no Mercado e durante a Produção

(Anexo V - "Controle interno de fabricação")

1.4. Outras Diretivas relacionadas às fontes de ruído

Existem outras Diretivas relacionadas ao ruído de tráfego rodoviário, aéreo, ferroviário, de eletrodomésticos e a embarcações de recreação que estão sendo continuadas e desenvolvidas por diferentes Diretorias da Comunidade Européia, a saber:

1.4.1 Ruído de tráfego rodoviário

- **Diretiva 92/97/CE,** 10 de Novembro de 1992, que alterou a **Diretiva 70/157/CE**, de 06 de fevereiro de 1970, relativa a aproximação das legislações dos Estados-membros, no que se refere ao nível sonoro admissível e ao dispositivo de escape dos veículos a motor (CE, 1992a). Esta Diretiva se aplica a todos os veículos a motor destinados a circular em estrada, com ou sem carroceria, com pelo menos quatro rodas, capaz de se deslocar a uma velocidade superior a 25 Km/h, com exceção de veículos que se deslocam sobre trilhos, tratores agrícolas e florestais e todas as máquinas móveis.

  Esta Diretiva estabelece os valores limites para o nível sonoro dos veículos a motor, em aceleração, apresentados no Quadro 47. Estes foram reduzidos, considerando aqueles estabelecidos na Diretiva 70/157/CE, bem como outras duas que a sucederam (Diretivas 77/212/CE e 84/424/CE), tendo em vista a proteção da população contra as perturbações causadas pelo ruído emitido pelos mesmos.

  De acordo com esta Diretiva, para se obter uma redução significativa e efetiva, as diferenças entre os métodos de medição e as condições reais de circulação têm que ser minimizadas e as de medição têm que ser revistas, particularmente as definições da superfície da pista de ensaio e determinadas condições ambientais (temperatura, pressão atmosférica, umidade velocidade do vento e ruído de fundo). Além da necessidade de incluir critérios e métodos mais realistas e suscetíveis de reprodução para determinar as perturbações causadas pelo contato dos pneus com o pavimento (essencialmente importante pata velocidades acima de 60 Km/h) e estabelecer exigências a serem cumpridas. Todavia, para a

elaboração destes critérios e métodos ainda são necessários realizar estudos e, portanto, estes se constituem em uma segunda fase.

A primeira fase consiste em reduzir ao máximo as prescrições atuais relativas a cada categorias de veículos que é abrangida por esta Diretiva. E, para transpor esta primeira fase, além da redução dos valores de níveis sonoros, é necessário aperfeiçoar o método de ensaio para os veículos de grande potência (estes veículos cada vez mais são projetados de modo a aumentar a razão entre a potência do motor e sua massa. Além disto a curva do binário, em função do regime do motor, tem sido alterada para produzir uma potência motora mais elevada a baixo regime, implicando, conseqüentemente, maior utilização das relações das caixas de marchas no tráfego urbano, com uma influência do ruído emitido por partes mecânicas em relação ao ruído de rolagem).

Quadro 49 - Valores limites para o Nível Sonoro dos Veículos a Motor, em aceleração

Nº	Categorias de veículos	Valor em dB(A)
1	Veículos de transporte de passageiros com nove lugares sentados, no máximo, incluindo o condutor	74
2	Veículos de transporte de passageiros com mais de nove lugares sentados, incluindo o condutor, de peso máximo admissível superior a 3,5 t e potência do motor inferior a 150 kW.	78
3	Veículos de transporte de passageiros com mais de nove lugares sentados, incluindo o condutor, de peso máximo admissível superior a 3,5 t e potência do motor superior a 150 kW.	80
4	Veículos de transporte de passageiros com mais de nove lugares sentados, incluindo o condutor, e veículos de transporte de mercadorias de peso máximo admissível igual ou inferior a 2 t.	76
5	Veículos de transporte de passageiros com mais de nove lugares sentados, incluindo o condutor, e veículos de transporte de mercadorias de peso máximo admissível superior a 2 t ,mas inferior ou igual a 3,5 t.	77
6	Veículos de transporte de mercadorias de peso máximo admissível superior a 3,5 t e potência do motor inferior a 75 kW.	77
7	Veículos de transporte de mercadorias de peso máximo admissível superior a 3,5 t e potência do motor superior a 75 kW,mas inferior ou igual a 150kW.	78
8	Veículos de transporte de mercadorias de peso máximo admissível superior a 3,5 t e potência do motor igual ou superior a 150kW.	80

Fonte: CE, 1992a.

- Para os veículos das categorias 1, 4 e 5, os valores limites serão aumentados de 1dB(A) se os veículos estiverem equipados com motor diesel de injeção direta.
- Para os veículos de peso admissível superior a 2t projetados para utilização fora da estrada, os valores limites serão aumentados de 1 dB(A), se os veículos estiverem equipados com um motor de potência inferior a 150kW e de 2 dB(A), se estiverem equipados com um motor de potência igual ou superior a 150 kW.
- Para os veículos da categoria 1 equipados com caixa de marcha manual com mais de quatro marchas e um motor que desenvolva uma potência máxima superior a 140kW e cuja relação entre a potência máxima e o peso máximo autorizado seja superior a 75 kW/t, os valores limites são aumentados em 1 dB(A), se a velocidade a que a parte de traseira do veículo ao ultrapassar a linha BB' em terceira marcha for superior a 61 Km/h.

Observa-se que para os automóveis, o valor limite anterior a esta Diretiva era de 77 dB(A), ou seja a emissão foi reduzida a metade. Já para os veículos pesados, o valor limite passou de 84 dB(A) a 80 dB(A). A partir de 1995-1996, nas condições de tráfego urbano, o ruído de 25 caminhões – medidos com relação aos valores limites e levando em conta o procedimento de medição – não equivale mais do que aquele de um único veículo pesado do início dos anos 80. Os caminhões respeitando os valores limites podem se beneficiar de uma marcação depois de 1994. A fiscalização das disposições favorecendo os utilizadores de caminhões mais barulhentos se encontra notavelmente simplificada: assim, em Autriche, a proibição de circular à noite não considera mais os caminhões pouco barulhentos (máximo de 78 dB(A) para os caminhões de menos de 150 kW e de 80 dB(A) para os caminhões de mais de 150 kW) (CIDB, 2003).

- **Diretiva 97/24/CE**, 17 de Junho de 1997, relativa a determinados elementos ou características dos veículos a motor de duas ou três rodas (CE, 1997). Esta Diretiva e o seu Anexo são aplicáveis, dentre outros, ao nível sonoro admissível e

ao dispositivo de escape dos veículos de duas rodas (com ou sem reboque, equipados com motor, destinados a circular na estrada e cuja velocidade máxima de projeto é superior a 50Km/h) considerando, no que diz respeito aos aspectos relativos ao meio ambiente, que é necessário que se prossiga o objetivo de uma melhoria constante. Para tal, de acordo com a Diretiva, os valores limites do nível sonoro devem ser fixados para serem aplicados o mais rápido possível e que a redução dos mesmos, considerando os limites anteriores, só pode ser decidida com base em estudos e ações de investigação sobre possibilidades tecnológicas disponíveis ou previsíveis e as respectivas relações de custo benefício, a fim de permitir uma produção em escala industrial que possa atender estes limites reforçados. A decisão com relação a esta redução deve ser tomada pelo Parlamento Europeu e pela Comissão 3 anos antes da aplicação dos mesmos, a fim de permitir que a indústria tome as medidas necessárias para cumpri-la. Talvez, em função da necessidade de realização de tais estudos e investigações, fez com que os valores limites atuais fossem ainda os mesmos que entraram em vigor em 1993-1994, conforme apresentado no Quadro 50.

Quadro 50 - Valores limites para o Nível Sonoro dos Veículos a Motor de duas ou três roda.

Veículos a motor de duas ou três rodas	**Valor em dB(A)**
< 80 cm^3	75
$< 80 > 175$ cm^3	77
> 175 cm^3	80

Fonte: CE, 1997.

- **Diretiva 2001/43/CE**, de 27 de Junho de 2001, altera a Diretiva 92/23/CEE do Conselho relativa aos pneus dos veículos a motor e seus reboques bem como à respectiva instalação nesses veículos (CE, 2001a).

Considerando, dentre outras questões, aquelas relativas ao ruído, a seguir descritas:

- "...deverão ser adotadas medidas ulteriores com o objetivo, nomeadamente, de conciliar as exigências de segurança com a necessidade de limitar o ruído proveniente do contacto dos pneus com o pavimento, com base numa proposta da Comissão, que terá em conta os estudos e investigações a empreender sobre essa fonte de ruído", de acordo com o enunciado no Nº 2 do Artigo 4 da Diretiva 92/97/CEE do Conselho, de 10 de Novembro de 1992, anteriormente descrita;
- foi criado um método realista e reprodutível que permite medir o ruído proveniente do contato dos pneus com o pavimento;
- foi realizado um estudo destinado a obter um valor numérico do nível sonoro do ruído de rolagem provocado por diferentes tipos de pneus instalados em diferentes modelos de veículos a motor;
- está em curso a elaboração de normas internacionais relativas ao pavimento rodoviário, conduzida pela Organização Internacional de Normalização (ISO), bem como de normas relativas a resistência e requisitos de segurança dos pneus, processo este conduzido pela Comissão Econômica para a Europa da ONU".

Esta Diretiva estabelece valores limite de emissões sonora pneu-estrada em seu Anexo 5, determinados de acordo com o ponto 4.5. do seu Apêndice 1, apresentados nos Quadros 51, 52 e 53, considerando a seguinte classificação:

- **Pneus da classe C1** - Pneus para automóveis ligeiros de passageiros (ver ponto 2.32. do anexo II da Direteriz);

- **Pneus da classe C2** - Pneus para veículos comerciais (ver ponto 2.33. do anexo II da Diretiva) com índices de capacidade de carga para utilização em rodados simples = 121 e símbolos de categoria de velocidade = " N" (ver ponto 2.29.3. do anexo II da Diretiva);

- **Pneus da classe C3** - Pneus para veículos comerciais (ver ponto 2.33. do anexo II da Diretiva) com índices de capacidade de carga para utilização em rodados simples = 121 e símbolos de categoria de velocidade = “M” (ver ponto 2.29.3. do anexo II da Diretiva) ou pneus para veículos comerciais (ver ponto 2.33. do anexo II da Diretiva) com índices de capacidade de carga para utilização em rodados simples = 122.

Quadro 51 – Valores limites de Emissões Sonoras Pneus-Estrada da Classe C1, com referência à largura nominal da secção do pneu que foi ensaiado.

Classe do pneu	Largura nominal da seção (mm)	Valor limite em dB(A)		
		A	B(1)	C (1) (2)
C1a	= 145	72 (*)	71 (*)	70
C1b	> 145 = 165	73 (*)	72 (*)	71
C1c	> 165 = 185	74 (*)	73 (*)	72
C1d	> 185 = 215	75 (**)	74 (**)	74
C1e	> 215	76 (***)	75 (***)	75

Fonte: CE, 2001a.

Nota:

(*) Os valores-limite da coluna A aplicam-se até 30 de Junho de 2007;

Os valores-limite da coluna B aplicam-se a partir de 1 de Julho de 2007.

(**) Os valores-limite da coluna A aplicam-se até 30 de Junho de 2008;

Os valores-limite da coluna B aplicam-se a partir de 1 de Julho de 2008.

(***) Os valores-limite da coluna A aplicam-se até 30 de Junho de 2009;

Os valores-limite da coluna B aplicam-se a partir de 1 de Julho de 2009.

(1) Valores meramente indicativos. Os valores definitivos dependerão da alteração da Diretiva na seqüência do relatório mencionado no nº 2 do artigo 3º da Diretiva 2001/43/CE.

(2) Os valores-limite da coluna C resultarão da alteração da Diretiva na seqüência do relatório referido no nº 2 do artigo 3º da Diretiva 2001/43/CE.

No que diz respeito aos pneus reforçados (ou “Extra Load”) (ver ponto 3.1.8. do anexo II da Diretiva), os valores-limite do ponto 4.2.1. devem ser aumentados de 1 dB(A).

No que diz respeito aos pneus classificados na categoria de utilização "especial" (ver ponto 2.1.3. do anexo II da Diretiva), os valores-limite do ponto 4.2.1. devem ser aumentados de 2 dB(A).

Quadro 52- Valores limites de Emissões Sonoras Pneus-Estrada da Classe C2, com referência à categoria de utilização da família de pneus.

Categoria de utilização	**Valor limite em dB(A)**
Normal	75
Em neve	77
Especial	78

Fonte: CE, 2001a.

Quadro 53 - Valores limites de Emissões Sonoras Pneus-Estrada da Classe C3, com referência à categoria de utilização da família de pneus.

Categoria de utilização	**Valor limite em dB(A)**
Normal	76
Em neve	78
Especial	79

Fonte: CE, 2001a.

Para o estabelecimento destes valores-limite são apresentados nos Apêndices 1 e 2 do Anexo 5 , respectivamente:

- um método de ensaio dos níveis das emissões sonoras pneu-estrada (ensaio com o motor desligado), contendo especificações para os instrumentos de medida, as condições de medição e o método a ser utilizado para determinar o nível de ruído emitido por um conjunto de pneus montados num veículo de ensaio a rodar a alta velocidade numa estrada com um revestimento especificado;
- as informações necessárias que devem estar contidas no Relatório de Ensaio.

1.4.2 Ruído de tráfego aéreo

- **Diretiva 80/51/CE,** 20 de dezembro de 1979, alterada pela Diretiva 83/206/CE, relativa à limitação de emissão sonora de aeronaves subsônicas (CE, 1979).

  Basicamente, esta Diretiva estabelece que *"os Estados-membros assegurarão que as aeronaves civis abrangidas numa das categorias mencionadas no Anexo 16 à Convenção relativa à Aviação Civil Internacional, terceira edição (Julho de 1978), matriculadas no seu território, não serão autorizadas a ser aí utilizadas, se não tiver sido concedido o certificado acústico contra a apresentação de provas suficientes de que a aeronave respeita as especificações mínimas das normas aplicáveis que figuram na Segunda Parte, Capítulos II, III, V ou VI do referido Anexo"*. Em outras palavras ela fixa limites para as emissões sonoras das aeronaves subsônicas.

  Estabelece também os prazos para que estas sejam certificadas segundo especificações, no mínimo, iguais às normas aplicáveis que figuram na Segunda Parte, Capítulo II ou VI do referido Anexo, bem como em que situações são permitidas derrogações com relação à apresentação de certificado.

- **Diretiva 89/629/CE,** de 4 de dezembro de 1989, relativa à limitação das emissões sonoras dos aviões civis subsônicos a reação (CE, 1989).

  Esta Diretiva tem por objetivo reforçar as medidas de limitação das emissões sonoras dos aviões civis subsônicos a reação, aplicando-se a aviões, cujo peso máximo na descolagem ultrapasse 34 000 kg e cuja capacidade seja superior a 19 lugares.

  Desta forma, os Estados-membros terão que assegurar que, a partir de 1 de novembro de 1990, os aviões civis subsônicos a reação matriculados após essa data no seu território não possam ser explorados no seu território ou no território de outro Estado-membro se não lhes tiver sido concedido um certificado acústico

de acordo com normas no mínimo equivalentes às enunciadas no volume I, capítulo 3 da parte II, do anexo 16 da Convenção relativa à Aviação Civil Internacional, 2a edição (1988).

Derrogações podem ser concedidas pelos Estados-membros no caso de:

- “Aviões com interesse histórico;
- Aviões utilizados pelo operador de um Estado-membro, antes de 1 de Novembro de 1989, ao abrigo de contratos de locação com opção de venda ou de locação financeira ainda em vigor e que, nesse contexto, tenham sido matriculados num país terceiro;
- Aviões utilizados em regime de locação financeira por um operador de um país terceiro e que, por esse motivo, tenham sido temporariamente retirados do registro de um Estado-membro;
- Um avião que substitua outro que tenha sido destruído em acidente e que não possa ser substituído por um aparelho comparável disponível no mercado dotado do certificado acústico previsto no nº 1 do artigo 2º desde que o avião de substituição seja matriculado no prazo de um ano após a destruição em causa; e
- Aviões equipados com motores com um by-pass de razão igual ou superior a 2”.

- **Diretiva 92/14/CE,** de 2 de Março de 1992, relativa à limitação da exploração dos aviões que dependem do Anexo 16 da Convenção relativa à Aviação Civil Internacional, volume 1, segunda parte, capítulo 2, segunda edição (1988) (CE, 1992b).

Esta Diretiva tem por objetivo limitar a exploração dos aviões civis subsônicos a reação, aplicando-se a aviões com massa máxima na descolagem igual ou superior a 34 000 kg ou cuja organização do espaço interior máxima certificada para o tipo de avião em causa comporte mais de 19 lugares de passageiros, excluindo qualquer lugar destinado à tripulação.

De acordo com o Artigo 2º , “os Estados-membros devem assegurar que, a partir de 1 de Abril 1995, os aviões civis subsônicos a reação equipados com motores com razões de diluição inferiores a dois **não operem em aeroportos situados nos respectivos territórios**, a não ser que lhes tenha sido concedida uma certificação quanto ao nível de ruído conforme:

a) Ou com as normas especificadas no volume 2, segunda parte, capítulo 3, do Anexo 16 da Convenção relativa à Aviação Civil Internacional, segunda edição (1988);

b) Ou com as normas especificadas no volume 1, segunda parte, capítulo 2, do anexo 16 da referida convenção, no caso de aviões cujos certificados de navegabilidade tenham sido emitidos pela primeira vez há menos de 25 anos”.

Com exceção dos aviões listados no anexo e aqueles, também listados em anexo, que estejam registrados em países em vias de desenvolvimento

Estabelece ainda em que casos podem ser concedidas derrogações pelos Estados-membros, além de preconizar que não pode ser pedido às companhias aéreas que, de acordo com o disposto no parágrafo anterior, suprimam dos registros os aviões que não satisfaçam as normas do capítulo 3 do anexo 16 a um ritmo anual equivalente a mais de 10 % da totalidade das respectivas frotas de aviões civis subsônicos a reação, sob reserva de aprovação pela autoridade competente de um Estado-membro.

A retirada progressiva das aeronaves do capítulo 2 estará concluída em 1 de Abril de 2002. Sendo assim, será necessário tomar novas medidas para evitar um agravamento do ambiente após esta data.

- **Diretiva 2002/30CE**, de 26 de março de 2002, relativa ao estabelecimento de regras e procedimentos para a introdução de restrições de operação relacionadas com o ruído nos aeroportos comunitários (CE, 2002b).

Esta Diretiva, que aponta para o desenvolvimento sustentável do transporte aéreo, tem por objetivos:

- “Estabelecer regras aplicáveis na Comunidade para favorecer a introdução de restrições de operação de modo coerente em nível dos aeroportos, de forma a limitar ou reduzir o número de pessoas afetadas pelos efeitos nocivos do ruído;
- Criar um quadro que satisfaça as exigências do mercado interno;
- Promover um desenvolvimento da capacidade aeroportuária que respeite o meio ambiente;
- Favorecer a realização de objetivos específicos de redução do ruído em nível de cada aeroporto;
- Permitir uma escolha entre as medidas possíveis para obter o máximo benefício para o ambiente ao menor custo.”

Em seu Artigo 2º, aeroporto é definido como sendo um aeroporto civil situado na comunidade, cujo tráfego seja superior a 50.000 movimentos por ano, considerando uma média dos três últimos anos que tenham precedido a aplicação das disposições desta Diretiva no aeroporto. E aeroporto urbano como sendo aquele que não possui nenhuma pista com comprimento máximo de decolagem utilizável (TORA) superior a 2.000 m e que forneça serviços ponto-a-ponto entre Estados europeus ou no território de um Estado, localizado no centro de uma grande aglomeração e que um número significativo de pessoas seja afetado pelas emissões sonoras das aeronaves.

Aeronaves marginalmente conformes são aviões civis subsônicos de propulsão a reação que respeitam os valores-limite de certificação Capítulo 3 numa margem cumulativa não superior a 5EPNdB (ou seja a diferença entre o nível de ruído certificado e o nível de ruído máximo autorizado).

Define ainda o conceito de Abordagem Equilibrada, de acordo com definição estabelecida na Resolução A33/7, adotada pela 33º Assembléia da ICAO, que inclui quatro elementos essenciais e requer uma avaliação criteriosa das diferentes opções para se atenuar o ruído, a saber: redução na fonte do ruído gerado pelas aeronaves; medidas de planejamento e gestão do uso e ocupação do solo; procedimentos operacionais de redução de ruído; e restrições de operação.

Dentre as quatro regras gerais de gestão de ruído de aeronaves estabelecidas no Artigo 4º, a primeira refere-se a adoção da abordagem equilibrada pelos Estados-membros, definida anteriormente, bem como a possibilidade de considerar incentivos econômicos como medida de proteção contra a poluição sonora.

Com relação às restrições operacionais a serem aplicadas em um aeroporto, precisam ser avaliadas, segundo as informações contidas no seu Anexo II.

Se a avaliação de todas as medidas possíveis demonstrar a necessidade de introdução de restrições de operação visando a retirada dos serviços das aeronaves marginalmente conformes, deverá ser realizada de tal forma que após seis meses de concluída a avaliação e decidida a introdução não podem ser prestados serviços adicionais e seis meses após pode ser exigido que se reduza o número de movimentos destas aeronaves a um ritmo anual não superior a 20% do número total inicial destes movimentos. Em outras palavras as autoridades competentes nos Estados-membros podem proibir ou limitar a exploração de aeronaves marginalmente conformes.

Isenções podem ser aplicadas a aeronaves registradas em países em desenvolvimento, sob certas circunstâncias, e derrogações podem ser concedidas em casos em que a operação da aeronave se revista de caráter excepcional e aeronaves que efetuem vôos não comerciais destinadas à modificação, reparos ou manutenção.

De uma forma geral pode-se dizer que com aplicação desta Diretiva todos os aviões a reação subsônica devem ser conformes com as exigências do Capítulo 3, a partir de abril de 2002. Assim sendo fixa regras comuns para interdição das aeronaves mais ruidosas nos aeroportos europeus, inclusive, revoga o regulamento "Kits de insonorização" (925/1999/CE), destinado a proibição do registro de aeronaves equipadas com *kits* de insonorização (*hushikits*) na Europa. Além disso permite que os aeroportos mais sensíveis (aeroportos com mais de 50.000 movimentos por ano e os aeroportos urbanos) imponham normas mais restritivas em relação ao ruído.

- **Proposta COM (2001) 74 -** relativa a criação de um quadro comunitário de classificação das emissões sonoras das aeronaves civis subsônicas para fins de cálculo das taxas sobre o ruído (CE, 2001b).

A Comunicação sobre Transportes Aéreos e Meio Ambiente COM (1999) 640 propôs a introdução de incentivos para encorajar as operadoras am utilizar tecnologias que permitam reduzir o impacto ambiental de transportes aéreos. Uma das possibilidades de conceder tais incentivos é modelar as taxas aeroportuárias, de forma a considerar o incômodo causado à população causado pelas emissões sonoras das aeronaves.

Taxas deste tipo já estão integradas em alguns sistemas de taxas aeroportuárias da Comunidade. Todavia, os critérios utilizados para a diferenciação e quantificação do incômodo como um custo ambiental varia muito, seja em nível dos Estados-membros ou em nível do próprio Estado.

Num grande número de aeroportos que aplicam taxas relacionadas ao ruído os sistemas de aplicação de taxas apenas distingue entre aeronaves do capítulo 2 e 3.

Dentro deste contexto o Grupo de Peritos da CEAC (Conferência Européia de Aviação Civil) sobre a atenuação dos incômodos causados pelo transporte aéreo (*Abatment of Nuisances Caused by Air Transport* - ANCAT) formou um subgrupo técnico sobre a Classificação das Emissões Sonoras das Aeronaves de Transporte (*Transport Aircraft Noise Classification* – TANC), a fim de estabelecer critérios comuns para o desenvolvimento de um sistema de aplicação de taxas que promova a utilização de aeronaves menos ruidosas. Tais critérios foram considerados na elaboração desta proposta.

Esta proposta tem por objetivo "... promover a eficácia ambiental das taxas cobradas sobre o ruído em nível dos aeroportos, pela garantia da utilização de critérios comuns, baseados no comportamento funcional das aeronaves em termos de ruído, no cálculo do nível dessas taxas para fins ambientais".

Ela se aplica "..., nos termos das disposições estabelecidas no seu artigo 4º (a partir de 1 de abril de 2003, para qualquer revisão significativa dos sistemas de taxas existentes e a novos sistemas de taxas; a partir de 1 de abril de 2006, a todos os sistemas de taxas de ruído), a aeroportos ou sistemas aeroportuários que operem vôos comerciais entre os Estados-Membros e que estejam localizados no território de um Estado-Membro, desde que sejam aplicadas taxas sobre o ruído".

O cálculo das taxas baseia-se nos seguintes critérios:

- A taxa de ruído dever proporcional ao impacto sonoro, no que diz respeito as chegadas e partidas de aeronave, devendo ser calculada conforme apresentado em anexo;
- O cálculo das energias sonoras deve basear nos níveis sonoros *La* (nível de ruído da aeronave na chegada) e *Ld* (nível de ruído da aeronave na partida);
- A modulação das taxas sobre o ruído num determinado período de tempo deve ser limitada a uma relação 20/1, constituindo a variação máxima entre a

taxa mais elevada e menos elevada sobre o ruído. Pode ainda ser aplicada uma relação mais baixa.

- **Proposta COM (2003) 524**, de 29 de agosto de 2003, em andamento, irá revogar a Diretiva 92/14/CEE relativa à regulação da exploração dos aviões que dependem do Anexo 16 da Convenção relativa à Aviação Civil Internacional, volume 1, segunda parte, capítulo 3, segunda edição (1988) (CE, 2003b).

  Esta proposta tem por objetivo limitar a exploração dos aviões civis subsônicos a reação, de tal forma que os Estados-membros devem assegurar que todos os aviões civis subsônicos a reação que operem nos aeroportos situados nos respectivos territórios satisfaçam as normas especificadas no volume 1, segunda parte, capítulo 3, do Anexo 16 da Convenção relativa à Aviação Civil Internacional, segunda edição (1988).

1.4.3 Ruído de tráfego ferroviário

- **Diretiva 96/48/CE**, de 23 de Julho de 1996, relativa à interoperabilidade do sistema ferroviário transeuropeu de alta velocidade (250 km/h para linhas novas e 200Km para linhas adaptadas) (CE, 1996b).

  Esta Diretiva tem por objetivo estabelecer as condições a serem satisfeitas para realizar no território comunitário a interoperabilidade do sistema ferroviário transeuropeu de alta velocidade.

  Interoperabilidade é definido como sendo "a capacidade do sistema ferroviário transeuropeu de alta velocidade para permitir a circulação segura e sem interrupção de comboios de alta velocidade que atinjam os níveis de desempenho especificados".

Sistema ferroviário transeuropeu de alta velocidade é definido como “..o conjunto, descrito no anexo I, constituído pelas infra-estruturas ferroviárias, incluindo as linhas e as instalações fixas, da rede transeuropeia de transporte, construídas ou adaptadas para serem percorridas a alta velocidade, e pelo material circulante concebido para percorrer essas infra-estruturas”.

Para efeito do disposto na presente Diretiva, o sistema que constitui o sistema ferroviário transeuropeu de alta velocidade pode ser subdividido em subsistemas, apresentados no Quadro 54, para os quais deverão ser definidos requisitos essenciais, dentre os quais aqueles relacionados ao meio ambiente:

Quadro 54 – Subsistemas do Sistema Ferroviário Transeuropeu de Alta Velocidade

Subsistemas	
De caráter estrutural	**De caráter funcional**
Infra-estrutura	Manutenção
Energia	Meio ambiente
Controle-comando e sinalização	Exploração
Material rodante	Utentes

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Para a realização da interoperabilidade são especificados os parâmetros fundamentais que caracterizam cada subsistema (ou seja, as condições regulamentares, técnicas ou operacionais determinantes em nível da interoperabilidade), dentre estes, se encontram aqueles relativos aos ruído e vibrações, a saber:

- Características-limite relativas aos ruídos exteriores:
- Características-limite relativas às vibrações exteriores;
- Características-limite aos ruídos internos.

Ela estabelece ainda a criação de um organismo, em conjunto com os gestores das infra-estruturas, das empresas de transporte ferroviário e das indústrias, que

proporá limites de emissão, inclusive aqueles relacionados à emissão sonora e vibrações.

Tais limites de emissão, relacionados à emissão sonora, são apresentados na Decisão da Comissão 2002/735/CE, descrita a seguir, considerando-se o subsistema material rodante.

- **Decisão da Comissão 2002/735/CE**, de 30 de maio de 2002, relativa a especificação técnica de interoperabilidade (ETI) para o subsistema «material rodante» do sistema ferroviário transeuropeu de alta velocidade a que se refere o nº 1 do artigo 6º da Diretiva 96/48/CE (CE, 2002d).

Como pode ser ver na Diretiva anterior, dentre os parâmetros fundamentais do subsistema descritos, os relacionados ao ruído e às vibrações são considerados.

Assim no Anexo - Especificação Técnica de Interoperabilidade (ETI), relativo ao subsistema «material rodante» desta Decisão da Comissão, são apresentadas as características-limites associadas ao ruído exterior e interior para o material rodante, a seguir descritas.

a) Características-limites para trens existentes

a.1) Ruído exterior

- **Níveis de ruído com o trem parado**

O nível de ruído produzido pelo trem parado não deve ser superior aos seguintes valores constantes do Quadro 55.

Quadro 55 – Níveis de Ruído com o Trem Parado

Local	Nível de ruído dB(A)	Condição de medição
nas estações ou nas vias de resguardo	65	Continua
	75	Intermitente

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA

OBS: A medição deverá ser realizada durante 30 segundos, ao ar livre, a 7,5 m do eixo da via, a uma altura entre 1,2 e 3,5 m.

- **Níveis de ruído com o trem em serviço**

O nível de ruído produzido por uma composição em serviço não deve exceder aos seguintes valores constantes do Quadro 56

Quadro 56 - Nível de ruído produzido por uma composição em serviço.

Velocidade do trem Km/h	Nível de ruído dB(A)
250	87
300	91
320	92

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

OBS: Para as outras velocidades máximas deve-se realizar uma interpolação linear (Tendo em conta que as condições de medida e a descrição da via de referência estarão ainda em discussão à data da adoção da presente ETI, admite-se uma margem de l dB(A) relativamente aos valores-limite. Este ponto será revisto quando da adoção da ETI da nova geração).

As medições são realizadas em conformidade com o ensaio de velocidade constante mencionado na prEN ISO 3095: “Railway Applications – Acoustics – Measurement of noise emitted by raiway vehicles”, Draft, Janeiro de 2001, com as seguintes condições adicionais:

- a passagem de um trem é medida ao ar livre, a 25 m do eixo da via, a 3,5 m de altura;
- a uma velocidade constante com o equipamento de tração em funcionamento;
- com a configuração mínima possível para o serviço normal;
- utilizando um tipo de via com parâmetros de concepção que assegurem uma irradiação mínima de som a partir da via. Estes incluem: travessas monobloco de concreto assentadas em balastro e palmilhas de trilho com uma rigidez estática de pelo menos 500 kN/mm sob uma carga de 60 kN. Também é permitido utilizar uma concepção de via acusticamente equivalente, desde que esteja disponível e testada. Nesse caso, deve ser demonstrado que a irradiação da via é equivalente à do tipo de via mencionado, em conformidade com a prEN ISO 3095, anexo B: o nível de rugosidade da cabeça do carril Lrough (banda de um de terço de oitava) existente, em média, numa largura de 20 mm deve ser:

$$\text{Lrough} \leq \left[4 - 6\log\left(\frac{l_0}{l}\right)\right] dB$$

com ?$_0$ = 1 m e o comprimento de onda k entre 0,2 e 0,005 m (medições da rugosidade dos carris de acordo com a ISO 3095, anexo C).

Nas zonas particularmente sensíveis ao ruído o nível de ruído percebido quando da passagem de um trem, pode ser reduzido pela instalação de dispositivos de atenuação do som colocados ao longo da via (barreiras acústicas).

Todas as medições do ruído devem ser efetuadas, de acordo com a prEN ISO 3095 - Janeiro de 2001.

As disposições estabelecidas para níveis de ruído no serviço de alta velocidade podem ser aplicadas junto com os valores limites indicados no Quadro 57,

durante um período de transição de 24 meses, a contar da data de entrada em vigor da presente ETI, no caso de:

- opções de compra de veículos suplementares em contratos já assinados à data de entrada em vigor da ETI; ou
- material circulante encomendado durante o período de transição com base numa série existente.

Quadro 57 - Nível de ruído produzido por uma composição em serviço.

Velocidade do trem Km/h	Nível de ruído dB(A)
250	90
300	93
320	94

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

O material circulante já em circulação e para o qual seja necessária uma nova autorização de entrada em serviço ou que já esteja encomendado à data de entrada em vigor da presente ETI deve ser autorizado a circular com os valores-limite máximos supracitados.

a.2) Ruído interior

O nível de ruído interior nos veículos de passageiros não é considerado um componente de interoperabilidade. Contudo, o nível de ruído na cabina de condução é uma questão importante e, neste caso, não deve ser excedido um nível de pressão sonora equivalente admissível de 84 dB(A) durante 30 minutos.

As medições devem ser efetuadas nas seguintes condições:

- as portas e janelas devem estar fechadas;
- a via deve estar em bom estado e as suas características devem ser especificadas pelo operador ferroviário;

- as cargas transportadas devem ser iguais a pelo menos dois terços do valor máximo admissível.

A velocidade máxima deve ser mantida em pelo menos 90 % do período de medição.

O período de medição pode ser dividido em períodos mais curtos com vista a satisfazer as condições atrás referidas.

As medições devem ser efetuadas ao nível do ouvido do maquinista (em posição sentada), no centro da superfície horizontal que vai do pára-brisas à parede traseira da cabina.

Considerando material rodante de concepção nova, são apresentadas as seguintes recomendações:

b) Características-limites associadas para trens novos

b.1) Ruído exterior

Recomenda-se que, no caso do material circulante encomendado após 1 de Janeiro de 2005 ou que vá entrar em serviço após 1 de Janeiro de 2008, as disposições anteriores sejam aplicadas em conjunto com os valores limites apresentados Quadro 58.

Quadro 58 - Nível de Ruído produzido por uma Composição de Concepção Nova em serviço.

Velocidade do trem Km/h	Nível de ruído dB(A)
250	85
300	88
320	89

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

b.2) Ruído interior

Recomenda-se que:

- Os níveis de ruído nas cabinas de condução devem ser reduzidos ao mínimo, limitando o ruído na fonte através das medidas adequadas (isolamento acústico, absorção do ruído);
- O nível de ruído contínuo equivalente a Leq medido durante 30 minutos não deve exceder 78 dB(A) nas cabinas de condução dos veículos motores que circulem a velocidades de 160 km/h.

Tratando-se de velocidades superiores, devem ser empreendidos todos os esforços para alcançar o valor supracitado.

Quadro 59- Valores limites para Níveis de Ruído no Interior

Locais	Valor em dB(A) recomendado	Valor em dB(A) Alvo
Via aberta (v = 300 km/h)	78	75
Em túneis, independente da superestrutura (v = 300 km/h)	83	80
Parado, com os equipamentos auxiliares em funcionamento e as janelas fechadas	68	

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Observa-se que, apesar das vibrações exteriores terem sido consideradas como um dos parâmetros fundamentais que caracterizam cada subsistema na Diretiva 96/48/CE, não foram apresentadas características-limite a estas.

- **Decisão da Comissão 2002/732/CE**, de 30 de maio de 2002, relativa à especificação técnica de interoperabilidade (ETI) para o subsistema «infra-estrutura» do sistema ferroviário transeuropeu de alta velocidade a que se refere o nº 1 do artigo 6º da Diretiva 96/48/CE (CE, 2002g).

O subsistema "infra-estrutura" do sistema ferroviário transeuropeu de alta velocidade engloba todas as instalações fixas, a saber:

- a via plena que assegura, para além dos aparelhos de via, as funções de sujeição do veículo;
- os aparelhos de via, que permitem alterar a trajetória dos veículos;
- as obras de arte (pontes, túneis, etc.), que permitem, em condições específicas, o atravessamento de obstáculos;
- os equipamentos de segurança e de proteção necessários para manter a integridade do subsistema; e
- as infra-estruturas associadas nas estações (plataformas, zonas de acesso, etc.).

De acordo com o anexo III da Diretiva 96/48/CE, além dos requisitos de âmbito geral que visam a proteção da saúde referentes ao subsistema "infra-estrutura", o ruído exterior e as vibrações transmitidas aos locais próximos de uma infra-estrutura ferroviária de alta velocidade devem permanecer dentro de limites adequados à proteção das populações vizinhas.

Para tal, são estabelecidas, no âmbito dos parâmetros fundamentais deste subsistema, as características-limites descritas a seguir:

a) Características-limite associadas ao ruído exterior

O nível de ruído gerado pelo sistema ferroviário transeuropeu de alta velocidade deve manter-se dentro de limites aceitáveis para as zonas envolventes e adequados a proteção das populações vizinhas e suas atividades.

O estudo prévio de impacto ambiental prescrito pela Diretiva 85/337/CEE deve demonstrar que os níveis de ruído recebidos pelos habitantes das zonas atravessadas pelas infra-estruturas novas ou adaptadas (níveis de ruído gerados pelas composições interoperáveis ou níveis de ruído globais gerados pela totalidade do tráfego, consoante o critério aplicável) não ultrapassam os níveis definidos pelas regras nacionais em vigor, tendo em conta as características de emissão das composições interoperáveis definidas na ETI material circulante.

b) Características-limite associadas às vibrações exteriores

A exploração do sistema ferroviário transeuropeu de alta velocidade em estado normal de conservação não deve originar, no solo, um nível de vibrações inaceitável para as atividades e o meio envolventes do traçado da infra-estrutura.

O estudo prévio de impacto ambiental prescrito pela Diretiva 85/337/CEE deve demonstrar que os níveis de vibrações esperados nas zonas atravessadas pelas infra-estruturas novas ou adaptadas não excedem, à passagem de composições interoperáveis, os níveis definidos pelas regras nacionais em vigor, tendo em conta as características de emissão das composições interoperáveis definidas na ETI material rodante.

- **Diretiva 2001/16/CE** , de 19 de Março de 2001, relativa a interoperabilidade do sistema ferroviário transeuropeu convencional (CE, 2001c).

A presente Diretiva tem por objetivo estabelecer as condições a serem cumpridas, a fim de se concretizar, no território comunitário, a interoperabilidade do sistema ferroviário transeuropeu convencional descrito no seu Anexo I.

Interoperabilidade é definida como “a capacidade do sistema ferroviário transeuropeu convencional para permitir a circulação segura e sem interrupção de comboios de alta velocidade que atinjam os níveis de desempenho especificados”.

Sistema ferroviário transeuropeu convencional é definido como “...o conjunto constituído pelas infra-estruturas ferroviárias, incluindo as linhas e as instalações fixas, da rede transeuropeia de transporte, construídas ou adaptadas para o transporte ferroviário convencional e o transporte ferroviário combinado, e o material circulante concebido para percorrer essas infra-estruturas”.

Para efeito do disposto na presente Diretiva, o sistema que constitui o sistema ferroviário transeuropeu convencional pode ser subdividido em subsistemas, apresentados no Quadro 60, para os quais deverão ser elaboradas ETI’s específicas:

Quadro 60 – Subsistemas do sistema ferroviário transeuropeu convencional

<table>
<tr><th colspan="2">Subsistemas</th></tr>
<tr><th>De caráter estrutural</th><th>De caráter funcional</th></tr>
<tr><td>Infra-estrutura</td><td>Manutenção</td></tr>
<tr><td>Energia</td><td rowspan="3">Aplicações telemáticas ao serviço dos passageiros e do transporte de mercadorias</td></tr>
<tr><td>Controle-comando e sinalização</td></tr>
<tr><td>Material circulante</td></tr>
</table>

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Dentre os requisitos gerais no âmbito da proteção ao meio ambiente preconizados no Anexo III é estabelecido que a exploração do sistema ferroviário transeuropeu convencional deve respeitar os níveis regulamentares em matéria de ruído e não deve, em estado normal de manutenção, provocar, no solo, um nível de vibrações inadmissível para as atividades nas áreas próximas da infra-estrutura e em condições normais de manutenção.

No âmbito dos requisitos específicos estabelecidos para o subsistema manutenção, no que se refere a proteção do meio ambiente, é estabelecido que as instalações técnicas e os procedimentos utilizados nos centros de manutenção não devem ultrapassar os níveis de perturbação admissíveis para o meio ambiente.

1.4.4 Ruído de outras fontes

- **Diretiva 86/594/CE**, de 1 de Dezembro de 1986, relativa ao ruído aéreo emitido pelos aparelhos eletrodomésticos (CE, 1986).

Esta Diretiva tem por objetivo estabelecer: os princípios gerais relativos a publicação de informações sobre ruído aéreo emitido por aparelhos eletrodomésticos; os métodos de medição para determinação deste ruído; e as modalidades de controle de ruído emitido pelos aparelhos eletrodomésticos.

Define ruído aéreo emitido como o nível de potência sonora, ponderada em A, LWA do aparelho eletrodoméstico expresso em decibéis com referência a potência acústica de um picowatt (1pW), transmitido por via aérea.

Nela não são especificados métodos de medição ou níveis-limites para famílias de aparelhos eletrodomésticos. É apenas estabelecido que o método geral de medição deve ter uma precisão tal que o erro das medições efetuadas conduza, para níveis de potência acústica ponderados em A, a desvios normais não superiores a 2 dB.

O método deverá ser completado por uma descrição do local de implantação, da montagem, da carga e simulem a utilização normal e garantam a reprodutividade e uma possibilidade de repetição satisfatórias, devendo, para cada família de aparelhos, especificar o desvio padrão.

- **Diretiva 2003/44/CE**, de 16 de Junho de 2003, que altera a Diretiva 94/25/CE relativa à aproximação das disposições legislativas, regulamentares administrativas dos Estados-Membros respeitantes às embarcações de recreação (CE, 2003a).

  Embarcações de recreio são definidas como sendo "...qualquer embarcação, de qualquer tipo, independentemente do meio de propulsão, com um comprimento de casco compreendido entre 2,5 metros e 24 metros, medido de acordo com as normas harmonizadas aplicáveis, e destinada a fins desportivos e recreativos".

  Esta Diretiva se aplica, no que diz respeito às emissões sonoras, as seguintes embarcações de recreio:

  - com motor com transmissão por coluna sem escape integrado ou motor de propulsão interior;
  - com motor com transmissão por coluna sem escape integrado ou motor de propulsão interior que sejam sujeitas a uma conversão importante da embarcação e posteriormente colocadas no mercado comunitário no prazo de cinco anos após a conversão;
  - *jet ski*;
  - motores fora de borda e motores com transmissão por coluna com escape integrado destinados a serem instalados em embarcações de recreio.

  Ela não se aplica, no que diz respeito às emissões sonoras, a:

  - motores de propulsão instalados ou especificamente destinados a serem instalados em embarcações de recreio e em *jet ski*;

- motores de propulsão instalados nestas embarcações que sejam sujeitos a uma “alteração importante do motor”.
- as embarcações construídas para uso próprio, desde que não sejam posteriormente colocadas no mercado comunitário durante um período de cinco anos.

De acordo com o Artigo 8º, antes de comercializar e/ou pôr em serviço os produtos referidos no nº 1 do artigo 1º, o construtor ou o seu mandatário estabelecidos na Comunidade devem aplicar os procedimentos referidos nos n^{os} 2, 3 e 4 do presente artigo, dentre estes aqueles relacionados às emissões sonoras, descritos a seguir:

i) se os ensaios forem realizados com recurso à norma harmonizada (EN ISO 14509) para medição de ruído, deverão efetuar o controle interno de fabricação e ensaios (módulo Aa) referido no anexo VI ou a verificação por unidade (módulo G) referida no anexo XI ou a garantia total da qualidade (módulo H) referida no anexo XII;

ii) se para a avaliação for utilizado o número de Froude e o método da relação potência/deslocamento: deverão efetuar o controle interno de fabricação (módulo A) referido no anexo V ou o controle interno de fabricação e ensaios (módulo Aa) referido no anexo VI ou a verificação por unidade (módulo G) referida no anexo XI ou a garantia total da qualidade (módulo H) referida no anexo XII;

iii) se, na avaliação, forem utilizados dados relativos a embarcação de referência certificada, estabelecidos nos termos da subalínea i) deverão efetuar o controle interno de fabricação (módulo A) referido no anexo V ou o controle interno de fabrico e requisitos adicionais (módulo Aa) referido no anexo VI ou a verificação por unidade (módulo G) referida no anexo XI ou a garantia total da qualidade(módulo H) referida no anexo XII.

Para os produtos referidos no artigo 1.o, n.o 1, alínea c), subalíneas iii) e iv), o construtor dos motores/*jet ski* ou o seu mandatário estabelecido na Comunidade

efetuarão o controle interno de fabricação e requisitos adicionais (módulo Aa) referido no anexo VI ou os módulos G ou H.

No Anexo I – Requisitos Essenciais: são estabelecidos requisitos essenciais, considerando-se as emissões sonoras para as seguintes embarcações de recreio, conforme descrito a seguir:

a) Emissões sonoras

a.1) As embarcações de recreio com motor interior ou motor com transmissão por coluna sem escape integrado, as embarcações individuais e os motores fora de borda ou com transmissão por coluna com escape integrado devem ser concebidos, construídos e montados de forma a que as emissões sonoras medidas em conformidade com os ensaios definidos na norma harmonizada (EN ISO 14509) não ultrapassem os valores-limite indicados no Quadro 61:

Quadro 61 – Valores limite de Emissões Sonora para Embarcações de Recreio.

Potência do único motor em kW	**Nível máximo de pressão sonora – LpA Smax em dB**
$P_N = 10$	67
$10 < P_N = 40$	72
$P_N > 40$	75

PN = potência nominal do motor em kW à velocidade nominal.

Fonte: CE, 2003a.

Poderá ser concedida uma tolerância de 3 dB para as unidades bimotor e de motores múltiplos, qualquer que seja o tipo de motor.

a.2) Em alternativa aos ensaios de medição sonora, as embarcações de recreio com motores de configuração interior ou motores com transmissão por coluna

sem escape integrado serão consideradas conformes com os requisitos em matéria de emissões sonoras se:

- apresentarem um número de Froude = 1,1 e uma relação potência/deslocamento = 40 e se o motor e o sistema de escape estiverem instalados de acordo com as especificações do fabricante do motor. O número de Froude calcula-se dividindo a velocidade máxima da embarcação V (m/s) pela raiz quadrada do comprimento na linha de água Lwl (m) multiplicada por uma constante gravitacional (g = 9,8 m/s2).

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{(g.LWl)}}$$

A Relação potência/deslocamento clacula-se dividindo a potência do motor P (kW) pelo deslocamento da embarcação D (t) = P/D

- os seus parâmetros básicos de concepção forem os mesmos ou forem compatíveis com os de uma embarcação de referência certificada dentro das tolerâncias especificadas na norma harmonizada. Define-se embarcação referência certificada como uma combinação específica de casco/motor interior ou motor com transmissão por coluna sem escape integrado considerada conforme com os requisitos em matéria de emissões sonoras, calculados em conformidade com o ponto 1.1 *supra*, e cujos parâmetros principais de concepção e medições de nível sonoro foram posteriormente incluídos na lista publicada de embarcações de referência certificadas.

b) Manual do proprietário

No que diz respeito as embarcações de recreio com motor interior ou motor com transmissão por coluna com ou sem escape integrado e a motos de água, o manual do proprietário deverá incluir as informações necessárias para que a embarcação e o sistema de escape sejam mantidos em condições que assegurem,

na medida do possível, a sua conformidade com os valores-limite em matéria de emissões sonoras acima especificados, em condições normais de utilização.

Considerando-se os motores fora de borda, o manual do proprietário deverá incluir as informações necessárias para que o motor fora de borda seja mantido em condições que assegurem, na medida do possível, a sua conformidade com os valores-limite em matéria de emissões sonoras acima especificados, em condições normais de utilização.

No Anexo VI – Controle Interno de Fabricação e Ensaios são estabelecidos os seguintes requisitos, considerando-se as emissões sonoras.

- Para embarcações de recreio equipadas com motores interiores ou com motores com transmissão por coluna sem escape integrado e a motos de água, o construtor da embarcação, ou uma outra entidade em seu nome, devem efetuar, sob a responsabilidade de um organismo notificado escolhido pelo construtor, para uma ou mais embarcações representativas da sua produção, os ensaios relativos a emissões sonoras definidos no anexo I;

- Para motores fora de borda e a motores com transmissão por coluna com escape integrado, o construtor do motor ou outra entidade em seu nome deve efetuar, sob responsabilidade de um organismo notificado escolhido pelo construtor, para um ou mais motores de cada família de motores representativos da sua produção, os ensaios relativos a emissões sonoras definidos na parte C do anexo I.

Nos casos em que sejam submetidos a ensaios mais que um motor de uma família de motores, será aplicado o método estatístico descrito no anexo XVII para assegurar a conformidade da amostra.

No Anexo VIII – Documentação Técnica Fornecida pelo Construtor a documentação a ser apresentada deve conter, na medida em que for relevante para a avaliação, dentre outros, relatórios dos ensaios relativos a emissões sonoras ou dados sobre a embarcação de referência, que demonstrem a sua conformidade com o ponto 1 dos requisitos essenciais (parte C do Anexo I).

2. Pesquisas

Diferentes pesquisas foram e continuam a ser realizadas, relacionadas à Diretiva de Avaliação e Gestão do Ruído Ambiental (DAMEN 2002/49/CE) e às Diretivas sobre emissão sonora de fontes (transporte rodoviário, ferroviário e aéreo e equipamentos utilizados no exterior), bem como outros estudos.

2.1 Relacionadas à Diretiva de Avaliação e Gestão do Ruído Ambiental (DAMEN 2002/49/CE)

Apesar da Diretiva 2002/49 encontrar-se em vigor, continuam sendo desenvolvidas pesquisas. De acordo com CE (2002e) isto se deve ao fato de reconhecer que não poderá ocorrer progresso na política de ruído sem pesquisa. Esta visão tem sido traduzida em metas específicas para seu alcance. Em muitos casos o alcance das metas depende de novas abordagens tecnológicas, as quais precisam advir de pesquisas. Contudo, estas não são somente necessárias para colocar legislações em prática. Em muitos casos são necessárias para elaborar e estabelecer legislações mais abrangentes. Assim pode-se dizer que pesquisas e legislações constituem a realimentação da política.

Como já elucidado a política de ruído na CE centra-se, fundamentalmente, no desenvolvimento de legislações relativas a emissão sonora de fontes e na Diretiva de Ruído Ambiental, que como visto define três principais enfoques de abordagem para a gestão do ruído ambiental:

- ***Avaliação do ruído ambiental;***
- ***Planos de Ação; e***
- ***Informação ao público.***

Para a realização da ***avaliação do ruído ambiental*** foi proposta a elaboração de mapas estratégicos, para os quais é necessário se fazer uso de indicadores e de métodos comuns. Os indicadores, conforme pôde ser visto na Diretiva, já foram definidos. Esta definição foi apresentada num “position paper” do grupo de trabalho – WG 1 – Indicadores que, após sua emissão, foi desfeito (CE, 2002e).

Quanto aos métodos comuns, como também pôde ser visto no Anexo II da referida Diretiva, haviam sido propostos quatro métodos de cálculo provisórios. Estes métodos precisavam ser adaptados, tendo em vista que não adotavam os novos descritores comuns (L_{den} e L_{night}). Para este fim, e de acordo com o ponto 2.2 do referido Anexo, em que se estabelecia que Comissão deveria publicar orientações sobre estes métodos, foi publicada, em 6 de agosto de 2003, a Recomendação da Comissão CE (2003) 2807, considerando as orientações sobre métodos de cálculo provisórios revistos para o ruído industrial, de aeronaves, de tráfego e dados relacionados a emissão. Para cada um, são dadas orientações e fornecidos dados de emissão sonora, com base em dados existentes. Todavia, a utilização dos dados pode ser dispensada caso os Estados-membros tenham outros que considerem apropriados a sua utilização, desde que se adeqüem aos métodos em questão (CE, 2002a).

Relações de dose-resposta também não se encontravam disponíveis para avaliar os efeitos do ruído sobre a população, tais como incômodo, distúrbio no sono, etc (CE, 2002e).

Para fornecer os elementos para o desenvolvimento destas relações, foi desenvolvido um estudo, publicado em 2002, intitulado “Elementos para um documento final sobre os Distúrbios no Sono Causados pelo Transporte durante à Noite” que apresenta as relações entre os distúrbios induzidos no sono e a exposição sonora expressas em termos de L_{night}, para ruído de aeronaves, tráfego rodoviário e ferroviário. Este estudo descreve, em detalhes, o processo pelo qual os resultados de um grande número de estudos e levantamentos foram analisados, para desenvolver curvas de dose-resposta sintetizadas. Estas curvas podem ser utilizadas para estimar o número de pessoas incomodadas (%A) ou pessoas altamente incomodadas (%HA), em função de uma exposição sonora em suas residências (CE, 2002f).

A partir desse estudo, que se constituiu em um anexo do documento final do grupo de trabalho sobre dose/resposta, foram recomendadas relações para a estimativa do incômodo causado pelo ruído (%A e %HA), considerando-se a exposição sonora em residências (CE, 2002f). Estas relações, para facilitar o uso, foram apresentadas sob a forma de aproximações polinomiais, mostradas no Quadro 62.

O Quadro 63 fornece para os diversos valores de %A e o %HA, relacionados aos níveis de exposição de ruído (Lden), mostrando que para um determinado tipo de fonte há uma correspondência. Conseqüentemente, para cada limite em termos de %A há um limite equivalente em termos de %HA (i.e., um %HA que corresponda ao mesmo Lden). O mesmo ocorre para cada limite em termos de %HA, onde há um limite equivalente em termos de %A (CE, 2002f).

Quadro 62 – Aproximações Polinomiais para a estimativa do Incômodo causado pelo Ruído

Aproximações polinomiais considerando %A	
Aeronave	$\%A=8.588*10^{-6}(Lden-37)^3+ 1.777*10^{-2}(Lden-37)^2+1.221(Lden-37)$
Tráfego rodoviário	$\%A=1.795*10^{-4}(Lden-37)^3+ 2.110*10^{-2}(Lden-37)^2+0.5353(Lden-37)$
Ferrovias	$\%A=4.538*10^{-4}(Lden-37)^3+ 9.482*10^{-3}(Lden-37)^2+0.2129(Lden-37)$
Aproximações polinomiais considerando %HA	
Aeronave	$\%HA=9.199*10^{-5}(Lden-42)^3+ 3.932*10^{-2}(Lden-42)^2+0.2939(Lden-42)$
Tráfego rodoviário	$\%HA=9.868*10^{-4}(Lden-42)^3+ 1.436*10^{-2}(Lden-42)^2+0.5118(Lden-42)$
Ferrovias	$\%HA=7.239*10^{-4}(Lden-42)^3+ 7.851*10^{-3}(Lden-42)^2+0.1695(Lden-42)$

Fonte: CE, 2002f.

Quadro 63 - %A e %HA em vários Níveis de Exposição de Ruído (Lden) para Aeronaves, Tráfego de Estrada e Estradas de Ferro

Lden	Aeronaves		Tráfego de estradas		Ferrovias	
	%A	%HA	%A	%HA	%A	%HA
45	11	1	6	1	3	0
50	19	5	11	4	5	1
55	28	10	18	6	10	2
60	38	17	26	10	15	5
65	48	26	35	16	23	9
70	60	37	47	25	34	14
75	73	49	61	37	47	23

Fonte: CE, 2002f.

A partir da elaboração dos mapas estratégicos, as autoridades competentes precisam implementar ***planos de ação*** visando a redução do ruído onde se fizer necessário e manutenção da qualidade acústica dos espaços onde ela é boa. Para isto, a Diretiva 2002/49/CE não estabeleceu qualquer valor limite nem se quer prescreveu medidas para serem utilizadas nos planos de ação (CE, 2002e). Exemplos típicos de medidas que podem ser adotadas encontram-se no Quadro 12 (Capítulo 3) – Instrumentos e medidas para a gestão da poluição sonora. A CE poderá publicar guias para o desenvolvimento de planos de ação.

No que se refere à ***informação ao público***, os Estados-membros, conforme estabelecido na Diretiva 2002/49/CE, irão fornecer informações para que a CE estabeleça uma base de dados e publique relatórios resumidos sobre mapas de ruído e planos de ação a cada cinco anos, além da disponibilização de informações na Internet (CE, 2002e).

Pesquisas adicionais precisavam ainda ser realizadas com o objetivo de fornecer respostas para questões que ainda continuavam abertas, de encontrar soluções para problemas substanciais, bem como fornecer dados em casos de ausência, tendo em vista que as metas estabelecidas no Livro Verde, que eram propostas para até o ano 2000, foram validadas dentro de uma visão de longo prazo, ou seja, até 2020. Assim o objetivo de "...evitar efeitos adversos da exposição sonora de todas as fontes e preservar áreas tranqüilas" está completamente de acordo com as metas políticas do Sexto Programa de Ação Ambiental da Comunidade Européia, que considera um horizonte até o ano de 2010 (CE, 2002e). As pesquisas, relacionadas a mapeamento sonoro e a planos de ação, são as seguintes:

- Mapeamento sonoro
  - Métodos de medição e computação avançados para substituir os métodos provisórios estabelecidos na Diretiva 2002/49/2002. Especialmente importante são: as modelagens de ruído aeronáutico; refinamento da modelagem da propagação em áreas urbanas (para ruído a baixos níveis); métodos usando dados de mapeamento sonoro para estimar a exposição da população ao ruído ambiental (ligação entre dados de mapeamento sonoro e dados de localização da população, isto é número e localização da população exposta); e métodos para exposição sonora de fontes combinadas

(crescimento de diferentes emissores). A longo prazo, requerimento para métodos de medição para a qualidade sonora (ex: incômodo) de emissão de ruído;

  - Disponibilidade e qualidade de dados de entrada para o mapeamento sonoro, para todos os métodos normalizados, para aumentar a precisão dos mesmos;
  - Uso de GIS ("Global Information System") e outras fontes digitais de dados para aumentar a precisão e a integralidade dos resultados e a velocidade de processo de cálculo; e
  - Aperfeiçoamento de medidas de relações entre emissão e percepção sonora (relações de dose/resposta para incômodo, distúrbio no sono e desempenho), as quais são requeridas para avaliar os custos e benefícios de medidas de redução nas fontes ou nos locais dos receptores (como o efeito de uma fachada silenciosa) e de tornar possível a adoção de estratégias de redução de ruído mais eficientes, principalmente melhorar a política de ruído para transporte. Isto compreende investigações em relação a diferentes fontes de ruído e sua contribuição para o incômodo e para diferenças individuais, sociais e culturais. Especialmente importantes são as contribuições de várias categorias de veículos para o incômodo e o distúrbio no sono em áreas rurais e urbanas. Além de importantes contribuições para serem pesquisadas, aumentem as relacionadas às atividades de lazer.

- Planos de ação
  - Aspectos econômicos da poluição sonora e do controle de ruído para alcançar um melhor equilíbrio entre custos e benefícios, pelo aperfeiçoamento da análise e distribuição de custos de forma clara e eficiente (ex: seguir o Princípio do Poluidor Pagador); e
  - Otimização da divisão do trabalho de controle de ruído entre diferentes níveis de autoridades (local, regional, nacional, CE e internacional) para aumentar a eficiência das medidas de controle de ruído e fazer a aplicação de melhores tecnologias possíveis disponíveis.

Foram criados ainda outros projetos pela Comissão, diretamente ligados à Diretiva de Ruído Ambiental 2002/49/CE, conforme listados a seguir:

- **Harmonoise -** “Harmonized accurate and reliable methods for the EU directive on the assessment and management of environmental noise”– Métodos precisos e confiáveis para a Diretiva de Ruído Ambiental 2002/49/CE;
- **RANCH -** “Road Traffic and Aircraft Noise Exposure and Children’s Cognitions and Health” – Exposição sonora a ruído de tráfego rodoviário e de aeronaves e cognição e saúde de crianças;
- **CALM Network –** “Community Noise Research Strategy Plan” – Pesquisa sobre plano estratégico de ruído em comunidade;
- **SILVIA** - “SILenda VIA = Sustainable Road Surfaces for Traffic Noise Control” – Superfícies de estradas sustentáveis para controle de ruído de tráfego;
- **Ruído ferroviário** – foi realizado um estudo para avaliar a aplicabilidade do draft prEN ISO 3095 – Norma para medição da emissão sonora de ferrovias no exterior, em relação a possível legislação européia sobre o teste de tipo ou classificação de veículos ferroviários. Este estudo tinha a intenção de fornecer uma base para a elaboração de um “position paper” pelo WG 6 – Ruído ferroviário (criado em 1999). Em junho 2000 foi nomeada uma força tarefa que tinha como objetivo a avaliação da necessidade de procedimentos de medição. Concluíram que, a curto prazo, a versão atual da ISO é suficiente para uma legislação que limita a emissão de ruído para todos os tipos de veículos ferroviários, se as condições da linha são especificadas mais detalhadamente e se as margens de incerteza são consideradas quando da escolha dos limites de ruído. A longo prazo recomendou incluir em uma nova versão da norma, dentre outras técnicas validadas que, separadamente, caracterizem o veículo e a aspereza e a resposta da linha. Isto permite obter melhor a quantificação das contribuições do veículo e da linha; avaliação das medidas de controle de ruído; e divisão das responsabilidades entre o gestor da infra-estrutura e os operadores do trem. Outras melhorias ou adições potenciais a norma incluem os procedimentos de monitoramento de tráfego; procedimentos de monitoramento da rugosidade da linha “on line”; e medições para entrada de dados em métodos de cálculo. Recomenda ainda pesquisas em procedimentos de separação e caracterização de fontes de ruído.

2.2 Relacionadas as outras Diretivas de Emissão Sonora de Fontes

Conforme já abordado uma das questões chave da política de ruído européia é a redução da emissão sonora de fontes individuais, notadamente as principais fontes de ruído de meios de transporte (rodoviário, ferroviário e aeronáutico) e equipamentos utilizados no exterior.

Para muitas fontes já existem legislações no âmbito da CE. Experiências no passado mostraram que apesar disto as reduções estabelecidas em medidas legislativas têm somente efeito reduzido em situações reais. Portanto as legislações existentes precisam ser adaptadas para o mundo real e novas precisam ser estruturadas (CE, 2002e).

Para satisfazer requerimentos legislativos mais restritivos, soluções para muitos problemas técnicos significantes de ruído são necessárias. Algumas soluções já existem, outras não. Assim foram propostas pesquisas para diferentes meios de transporte e para equipamentos utilizados no exterior, onde novas ou o aperfeiçoamento de soluções e sistemas de abordagens são prementes, conforme a seguir listadas (CE, 2002e):

- **Tráfego rodoviário – Objetivos para 2020: metade do nível de ruído percebido.**
  - Ruído de rolagem (pneus de baixo ruído e manutenção de revestimento de estradas silencioso) que é predominante em muitas situações de tráfego, especialmente a média e alta velocidade;
  - Ruído de propulsão (motor, transmissão e exaustão de ruído) que é um significante elemento durante a aceleração de caminhões pesados, especialmente em tráfego urbano; e
  - Gestão de tráfego (sistema de gestão sofisticado) para tornar possível o tráfego rodoviário com uma reduzida emissão sonora;

- **Tráfego ferroviário – Objetivos para 2020: redução em 20 dB(A) para trens de carga e 5 dB(A) para trens de alta velocidade.**
  - Ruído de rolagem (principalmente para trens de carga, aumento da rugosidade da roda e do trilho causada pelo arremesso de aço das pastilhas

de freio) requerendo melhor controle do crescimento da rugosidade da roda e do trilho;

- Ruído de frenagem e de realização de curva, requerendo uma melhor compreensão da geração e interação de diferentes parâmetros; e
- Ruído aerodinâmico (trens de alta velocidade) requerendo modelagem avançada para desenvolver tecnologias de redução de ruído.

- **Tráfego aeronáutico – Objetivos para 2020: 10 dB(A) de redução sonora por operação de aeronave.**
  - Redução do ruído envolvendo novas aeronaves e arquitetura de motores e novas gerações de tecnologia de ruído; e
  - Otimização de operação de aeronaves.

Observação: O "Advisory Council for Aeronautics Research" (ACARE) está criando uma "Strategic Research Agenda" (SRA) para um mais confortável, seguro, limpo e silencioso transporte aéreo.

- **Equipamentos utilizados no exterior – Objetivos para 2020: reduzir à metade o incômodo sonoro causado.**
  - Identificação dos mais significantes ruídos relacionados aos parâmetros por categoria de equipamento, a fim de tornar possíveis legislações de ruído mais eficientes;
  - Correlação entre emissão sonora, parâmetros de desempenho e o incômodo real na operação para, também, tornar possíveis legislações de ruído mais eficientes;
  - Efeitos de fontes de ruído isoladas ou combinadas sobre a percepção sonora, para a redução mais efetiva do incômodo; e
  - Atendimento legal para evitar um aumento no ruído durante o ciclo de vida do equipamento.

Resumidamente concluíram que a redução do ruído ambiental no futuro irá depender da efetividade e da eficiência sobre um "portfólio" bem balanceado de pesquisas em emissão, propagação e imissão sonora e em percepção humana do ruído. Um programa coordenado de pesquisas em todos os campos é de vital importância para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de legislações. E os fabricantes de produtos que

seguirem suas recomendações irão ganhar, além da melhoria de seus produtos, o fortalecimento e a competitividade no mercado internacional (CE, 2002e).

2.3 Outras pesquisas

Para aumentar a eficiência da política européia e continuar seu desenvolvimento os temas seguintes também foram incorporados às pesquisas.

- **Aperfeiçoamento dos métodos e modelos para a descrição dos distintos efeitos dos diferentes tipos de ruído sobre as pessoas.** Isto inclui efeitos de exposição combinada (empiricamente baseada em modelos de dose-resposta para as mais comuns combinações de ruído de transporte, ausência de lados quietos da edificação) indicador e dose/resposta para baixa freqüência sonora e vibração; indicador e dose-resposta para ruído tonal ou impulsivo; indicador e dose-resposta para incômodo e distúrbio no sono em caso de baixo número de eventos ou limitado tempo de emissão ou exposição sonora; indicador e dose-resposta para áreas tranqüilas; bem como benefícios sócio-econômicos da criação ou manutenção de áreas sossegadas (CE, 2002e).
- **Pesquisas em aspectos econômicos** como o aperfeiçoamento de métodos de avaliação de diferentes questões econômicas relacionadas ao custo do ruído (doenças, perda de sono e produtividade, efeitos sobre o preço das propriedades, etc.), a fim de tornar possível uma valoração confiável dos benefícios de medidas de redução do mesmo. Isto inclui, ainda, a melhoria ou a utilização de novos instrumentos sócio-econômicos para orientar os consumidores na escolha de produtos mais silenciosos e na adoção de um comportamento também tranqüilo, por meio de incentivos positivos ou negativos ou outros meios os quais possam ser relacionados, também, ao uso de dispositivos de ruído, ou a expansão do incômodo do ruído ou ao custo causado pelo impacto do ruído para a sociedade (CE, 2002e).

Uma ferramenta poderosa para lidar com a gestão da poluição sonora é a análise do custo-benefício. De posse de uma estimativa econômica dos benefícios sociais da redução de ruído é possível identificar a combinação de medidas capazes de fornecer a mais alta razão custo-benefício. Cientes disto e visando desenvolver a aplicação desta ferramenta, a Diretoria Geral de Meio Ambiente da Comissão Européia organizou uma oficina, durante a Conferência Internoise,

2001, intitulada: “Uma questão de bilhões de euros: quanto se deve pagar para o controle do ruído e quanto é o seu valor?” (VANIO *et al*, 2001).

Em dezembro de 2001 ocorreu outro *workshop* sobre “O estado da arte em valoração do ruído”, cujo objetivo principal era discutir as melhores técnicas de valoração atuais e estimativas para valorar monetariamente a exposição sonora, além de identificar pesquisas necessárias nesse domínio. Para dar suporte ao trabalho e as discussões dos peritos durante o *worksh*op foi desenvolvida uma revisão do estado da arte em valoração do ruído (NAVRUD, 2002).

Esse estudo compreende: base teórica das técnicas de valoração; revisão dos estudos de valoração de ruído realizados, considerando-se ruído de tráfego aéreo, rodoviário e ferroviário, além do ruído industrial e outros tipos de fontes; potencial para transferência de benefícios de estudos existentes; escolha do ponto de corte para a valoração do ruído; possibilidade de utilização de outros valores, além do ponto de corte; a possibilidade de usar o mesmo valor para ruído de fontes de transporte diferentes e para países desenvolvidos e em desenvolvimento; e, conforme já abordado, a necessidade de desenvolvimento de novas pesquisas (NAVRUD, 2002). Concluiu-se, dentre outros, que:

- A literatura sobre valoração econômica do ruído é dominado por estudos de Preço Hedônico, sendo a maioria deles relativos a ruído de tráfego rodoviário e ruído de aeronaves de qualidade variada. Contudo, estimativas de Índice de Depreciação de Sensibilidade ao Ruído (Noise Sensitivity Depreciation Index – NSDI) de estudos de Preço Hedônico parecem ser problemáticas para serem transferidas, teoricamente e na prática;
- Lden 50 pode ser utilizado com um ponto de corte provisório para valoração econômica;
- Valor econômico por dB, por pessoa incomodada, por ano, com valores separados por cada nível de incômodo, e valores econômicos por dB, por pessoa (família), por ano são duas unidades, cujos valores para ruído poderão ser apresentados;
- Nível de incômodo, baseado em valores, terá que ser distinto para diferentes fontes de ruído, a fim de corrigir suas diferentes características e nível de incômodo ao mesmo nível em dB.

- O nível de incômodo para o mesmo nível de decibel, medido no interior de uma residência (Lden), poderá ser diferente em diferentes países, por causa de: diferentes métodos construtivos (madeira, tijolos, janela dupla, etc.) e clima; nível de atividade no exterior e proporção do tempo gasto interior/exterior; o tipo de atividade; e o nível de renda no país. Da mesma forma o valor econômico de um específico nível de incômodo pode variar entre países, de acordo com a renda, embora haja pouca evidência disto. Utilizar valores econômicos mais baixos, em países em desenvolvimento, implica em aceitar emissões de ruído mais altas, nesses países. Contudo, há razões que conduzem ao uso de um mesmo valor em todos os países da Europa. A primeira é puramente ética, os países da Europa não descriminam sua população considerando sua renda, da mesma forma, a CE não poderia fazer esta distinção. A segunda considera-se que, teoricamente, a disposição a pagar varia com a renda e também varia com o número de fatores sociais e culturais e sua influência, pode ser muito maior do que a renda sozinha. A Diretiva 2002/49/EC recomenda, em seu Anexo III, que específicas funções de dose-resposta podem ser apresentadas para diferentes climas e culturas, as quais, por sua vez, poderão reduzir a necessidade de diferentes valores econômicos para o mesmo nível de incômodo.
- Necessidade de desenvolvimento de novas pesquisas, como as seguintes:
  - Realizar mais estudos de Preferência Estabelecida (“Estated Prefence”), a fim de aplicar as funções de dose-resposta para valorar a perda de bem-estar devido ao incômodo causado pelo ruído. O nível de incômodo deverá ser baseado em uma norma internacional;
  - Há necessidade também de melhorar a descrição dos cenários em estudos de Valoração Contigente (Contigente Valuation) e Experimentos de Escolha (Choice Experiments), focando sobre impactos em nível de incômodo, no lugar de mudança na exposição;
  - Conduzir o mesmo estudo de Preferência Estabelecida (Estated Prefence), simultaneamente, em vários países da Europa poderá fornecer um teste sobre a validade de transferência de benefícios dos valores de ruído entre países;

- Realizar estudos sobre ruído industrial e ferroviário uma vez que os existentes concentram-se em valorações de exposição sonora residencial a ruído de tráfego rodoviário e de aeronaves. Além disto existe uma lacuna de estudos de valoração para outros benefícios sociais alcançados com a implantação de medidas de ruído (Ex:distúrbio no sono); e
- Realizar estudos de função de dose-resposta e de valoração olhando, também, o efeito de medidas de redução do ruído em situações com várias fontes, considerando o ruído em um contexto mais amplo de todos os fatores que afetam o bem-estar das pessoas.

O estudo apresenta uma lista de propostas de pesquisas, além das citadas. Desta forma ele constitui-se em um documento importante, visando o aprimoramento da valoração econômica do ruído.

Apêndice 9.12

ISO 1996 -1 – Acústica – Descrição, medição e avaliação do ruído ambiental – Parte 1: Grandezas fundamentais e procedimentos de avaliação – Resumo (ISO, 1996)

A primeira versão da parte 1, de 15 de setembro de 1982, sofreu revisão recentemente e foi publicada em 01 de agosto de 2003.

Basicamente, pode-se dizer que a versão atual é constituída de oito partes mais cinco anexos, além de uma bibliografia, conforme apresentado a seguir.

1. Escopo;
2. Referências normativas;
3. Termos e definições;
4. Símbolos;
5. Descritor (es) de ruído ambiental;
6. Incômodo sonoro;
7. Exigências relativas ao limite de ruído;
8. Relatório das avaliações do(s) ruído(s) ambientais e a estimativa do incômodo de longo prazo.

Anexo A - Correções para os níveis de avaliação da fonte sonora;

Anexo B – Ruídos impulsivos de níveis elevados;

Anexo C – Ruídos apresentando forte conteúdo em baixa freqüência;

Anexo D – Estimativa da percentagem da população altamente incomodada em função do nível sonoro dia/noite corrigido;

Bibliografia.

Ela define grandezas fundamentais a serem utilizadas para descrever o ruído nos ambientes públicos e descreve procedimentos básicos de avaliação. Especifica também métodos de avaliação do ruído ambiental e fornece indicações para predizer a reação da comunidade devido a uma exposição sonora de longo prazo a diferentes tipos de ruído ambiente, limitando-se porém a zonas habitadas e a utilização em planejamento de uso do solo.

Os ruídos são avaliados individualmente ou em conjunto, permitindo que as autoridades responsáveis, quando julgarem necessário, considerar as características especiais de sua impulsividade, tonalidade, de seu conteúdo em baixa freqüência, além das diferentes características de ruído de tráfego rodoviário e outros meios de transporte (como o ruído de aeronaves) e ruído industrial.

A consideração das características de ruído de tráfego e outros meios, bem como o ruído industrial, refere-se a resposta da comunidade que pode variar diferentemente, não só em função do tipo de ruído, mas, também, em função da tipologia de fonte, levando em conta o mesmo nível de ruído.

Assim nesta norma são propostas correções a serem aplicadas também em função das características das fontes. Esta é uma abordagem nova que foi introduzida nesta versão.

Com relação às referências normativas, elas remetem a norma IEC 61672-1- *Electroacustics – Sound level meters – Part 1: Specifications* que é a revisão conjunta da IEC 60651 e IEC 60804, citadas como referências na Norma NBR 10151.

Os termos e definições apresentados são subdivididos em:

- expressões de níveis;
- intervalos de tempo; e
- categorias sonoras.

Para as definições de níveis sonoros não são especificadas as ponderações frequenciais e temporais. Entretanto, existe uma nota que diz que deverão ser especificadas segundo o

caso a ponderação frequencial ou a largura da banda frequencial, e, se aplicável, a ponderação temporal.

Foram introduzidas novas definições para níveis sonoros, como por exemplo, as de nível máximo de pressão sonora ponderado em freqüência e no tempo e nível de pico de pressão sonora. A primeira refere-se ao mais alto nível de pressão sonora ponderada em freqüência e no tempo durante um intervalo de tempo dado. A segunda é dez vezes o logaritmo da base 10 do quadrado da relação da pressão sonora de pico e a pressão sonora de referência, onde a pressão sonora de pico é o valor máximo absoluto da pressão sonora instantânea durante um intervalo de tempo dado, com uma ponderação frequencial ou uma largura de banda dada.

$$L_{C\,pico} = 10\log\left(\frac{P_{C\,pico}}{p_0}\right)^2 dB$$

- L_{Cpico} = nível de pressão sonora de pico;
- P_{Cpico} = pressão sonora de pico;
- P_0 = pressão sonora de referência.

Considerando-se as definições para intervalos de tempo, especifica que para avaliações de longo prazo e planejamento do uso do solo é conveniente utilizar intervalos de tempo de longo prazo que representem alguma significante fração de um ano (ex: 3 meses, 6 meses ou 1 ano).

Dentre as categorias de ruído definidas torna-se importante mostrar algumas que são mais importantes:

- Ruído ambiente – ruído total existente em uma dada situação em um dado instante comumente composta de ruídos emitidos por diversas fontes próximas ou afastadas;
- Ruído específico – componente do ruído ambiente que pode ser especificamente identificado e que é associado a uma fonte particular;

- Ruído residual – ruído ambiente que permanece em uma dada posição, em uma dada situação, quando os ruídos específicos são suprimidos.
- Emergência – aumento do ruído ambiente, em uma dada situação, resultante da introdução de um ruído particular.

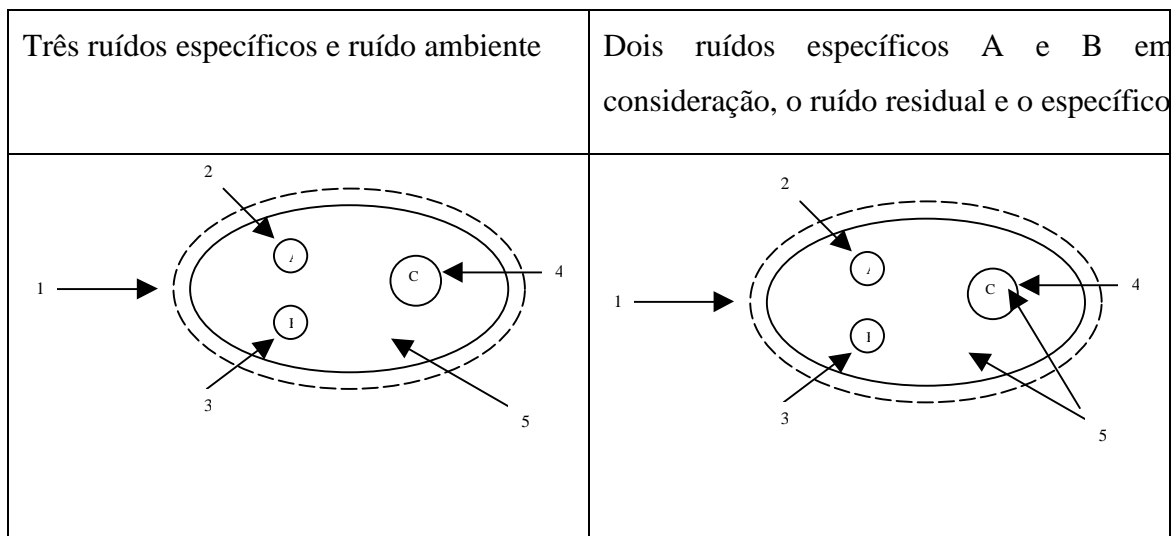
Graficamente os ruídos ambiente, específico e residual podem ser visualizados na Figura 33.

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA (Base ISO, 1996).

Figura 32- Designações dos Ruídos Ambiente, Específicos e Residual.

Outras definições são dadas para fontes de ruído impulsivo, considerando três categorias de fontes que parecem melhor corresponder às respostas da comunidade:

- Fonte de ruído impulsiva de nível elevado (Ex: Explosões de minas e pedreiras, demolições ou processos industriais que utilizam explosivos potentes, dispositivos militares pesados, disjuntores industriais a explosões;
- Fonte de ruído altamente impulsiva (Ex: armas de fogo portáteis, martelagem sobre metal ou madeira, martelagem pneumática , etc.);

- Fonte de ruído impulsivo ordinária (Ex: sino de igreja, jogos de bola como futebol ou basquetebol, batida de porta de carro, etc.).

Os descritores de ruído ambiente, previstos no item 5 da norma, são estabelecidos para:

- **ruído de eventos isolados –** ruído proveniente de eventos isolados (Ex: passagem de um caminhão ou de um avião, explosão dentro de um canteiro de obra). Para estes podem ser utilizados três descritores ponderados na freqüência A, com exceção dos casos de ruídos impulsivos de nível elevado ou ruídos com forte conteúdo em baixa freqüência:
    - nível de exposição sonora (L_{AE});
    - nível máximo de pressão sonora (L_{AFmax});
    - nível de pico de pressão sonora (L_{Cpico}).

  A duração do evento deve ser especificada em função de certas características do ruído, como o intervalo de tempo durante o qual um certo nível foi ultrapassado (Ex: a duração de um evento total durante o qual o nível de pressão sonora é inferior a menos de 10 dB do seu nível) ;

- **ruídos de eventos isolados repetidos** - são as ocorrências repetidas do ruído de um evento isolado (Ex: ruído de avião, ruído de trem, ruído de tráfego rodoviário fraco). Para estes, a norma recomenda a utilização dos níveis de exposição sonora dos ruído de um evento isolado e o número de eventos correspondentes para determinar os níveis de avaliação de pressão sonora contínuos equivalentes;

- **ruídos contínuos –** são ruídos provenientes de fontes de ruídos contínuos, tais como: ventiladores, transformadores e torres de resfriamento. O nível de pressão sonora destes ruídos pode ser constante, flutuante ou variar ligeiramente durante um intervalo de tempo. O descritor normalmente utilizado para ruído constante é o nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderado em “A” para um intervalo especificado. Para ruídos flutuantes e intermitentes, o nível máximo de pressão sonora ponderado em “A”, com uma ponderação temporal, pode ser utilizado como complemento.

Com relação a avaliação do ruído ambiente emitido por fontes individuais ou combinadas, a norma estabelece que se o ruído apresenta características especiais o nível de avaliação pressão sonora contínua equivalente deve ser a principal medida a ser utilizada para descrever o ruído, sendo admitido especificar outras medidas tais como o nível máximo de pressão sonora, o nível de exposição sonora (corrigido) ou o nível de pico de pressão sonora.

A ponderação frequencial A é geralmente utilizada para avaliar todas as fontes de ruído, com exceção dos níveis de ruídos impulsivos elevados ou ruídos com forte conteúdo em baixa freqüência.

De acordo com a norma pesquisas têm mostrado que a ponderação frequencial A, sozinha, não é suficiente para a avaliação de ruídos caracterizados pela tonalidade, impulsividade ou um forte conteúdo em baixa freqüência. Para se estimar o incômodo em longo prazo na comunidade, considerando ruídos que apresentem algumas destas características específicas, uma correção em decibéis é aplicada ao nível de exposição sonora ponderado em "A" ou ao nível de pressão sonora contínua equivalente ponderado em "A". Estas também têm mostrado que diferentes ruídos de transporte e os de indústrias provocam diferentes reações de incômodo para um mesmo nível de pressão sonora contínua equivalente.

Considerando esta correção, têm-se os seguintes níveis corrigidos:

- **Nível de exposição sonora corrigido -** para ruídos de eventos isolados, com exceção dos ruídos impulsivos de nível elevado e com forte conteúdo em baixa freqüência, que podem ser medidos separadamente ou calculados, sendo igual a:

$$L_{REij} = L_{Eij} + K_j$$

Onde:

- L_{REij} = Nível de exposição sonora corrigido;
- L_{Eij} = Nível de exposição sonora para o i^e ruído de evento isolado;
- K_j = Correção de nível K_j para o j^e tipo de ruído.

- **Nível de pressão sonora contínuo equivalente corrigido** – para ruídos de eventos isolados, mas que não podem distinguido de outras fontes, sendo igual a:

$$L_{\mathrm{Re}\,qj,Tn} = L_{Aeqj,Tn} + K_j$$

Onde:

- $L_{Reqj,Tn}$ = Nível de pressão sonora contínuo equivalente corrigido ou nível de avaliação para a fonte j^e;
- $L_{Aeq\ j,Tn}$ = Nível de pressão sonora contínuo equivalente real para o i^e ruído de evento isolado;
- K_j = Correção de nível K_j para a fonte j^e.

As indicações relativas às correções para as categorias de fontes específicas e situações específicas são apresentadas nos Anexos A a C.

No Anexo A são apresentadas indicações de correções a serem aplicadas em níveis medidos ou prognosticados, considerando-se diferenças nas reações de incômodo da comunidade com relação a diferentes fontes de ruído e características dos ruídos e ao período do dia, conforme apresentado no Quadro 20 (Capítulo 4).

Caso se aplique mais de uma correção para o tipo ou característica da fonte a uma dada fonte de ruído, somente a correção mais importante deve ser aplicada. Todavia, as correções devido ao período do dia são sempre aplicadas às outras correções.

Correções para características de fontes impulsivas deverão somente ser aplicadas a características de fontes impulsivas que são audíveis no local de recepção. Correções para características de fontes tonais somente devem ser aplicadas quando o ruído ambiente é audível com característica de tonalidade no local de recepção.

Quando o ruído emitido por uma fonte impulsiva é tão baixo que não pode ser separado do ruído produzido por outras fontes, não devem ser considerados impulsos ocasionais. A

correção deve ser igual a 5 dB quando os eventos impulsivos se produzem a um ritmo igual ou superior ao valor limite especificado pelas autoridades competentes. Geralmente este ritmo varia de um evento a cada alguns segundos a um evento a cada alguns minutos.

O Anexo B apresenta como calcular o nível de exposição sonora corrigida de ruídos impulsivos de nível elevado, a partir do nível de exposição sonora ponderado "C" e o Anexo C apresenta métodos de avaliação para ruídos que apresentam forte conteúdo de baixa freqüência.

Os níveis de avaliação são estabelecidos para uma fonte ou fontes combinadas e níveis de avaliação compostos diários.

- **Para uma única fonte**, o nível de avaliação recomendado é o nível de pressão sonora contínuo equivalente calculado, utilizando a equação a seguir, a partir dos níveis de exposição sonora corrigidos ou os níveis de pressão sonora contínuos equivalentes corrigidos, descritos anteriormente.

$$L_{\mathrm{Re\,qj,Tn}} = 10\log\left(\frac{1}{T_n}\sum_{1} 10^{L_{\mathrm{Re}\,qj,Tnj}/10}\right) dB$$

- **Para fontes de ruídos combinadas** as indicações gerais para se estimar os níveis de avaliação são dadas no Anexo E.

Este Anexo apresenta três abordagens teóricas para avaliar o incômodo devido a uma exposição sonora a fontes múltiplas:

- método de evento isolado – supõe que o incômodo total é diretamente ligado ao nível de avaliação composto, tal como descrito adiante;
- método de nível equivalente – presume que o incômodo total é ligado à soma logarítmica de todos os níveis de pressão sonora contínuo equivalentes corrigidos de cada fonte de ruído;
- método baseado sobre a sonia (*loudness*) – utiliza uma combinação matemática de todas as fontes sem fazer intervir o tipo de fontes.

- **Os níveis de avaliação compostos diários** são obtidos a partir de níveis de avaliação determinados durante diferentes momentos do dia. Um nível de avaliação dia/entardecer/noite é dado, por exemplo, por:

$$L_{Rdn} = 10\log\left[\frac{d}{24} \times 10^{(L_{Rd} + K_d)/10} + \frac{e}{24} \times 10^{(L_{Re} + K_e)/10} + \frac{24 - d - e}{24} \times 10^{(L_{Rn} + K_n)/10}\right] dB$$

Onde:

- d = número de horas do período diurno;
- L_{Rd} = nível de avaliação para o período do dia, compreendendo as correções para as fontes e as características acústicas;
- K_d = correções para o período do fim de semana, se aplicável;
- e = número de horas do período noturno;
- L_{Re}= nível de avaliação para o período noturno, compreendendo as correções para as fontes e as características acústicas;
- K_e = correção para o período vespertino;
- K_n = correção para o período noturno.

Com relação às exigências relativas aos níveis limites de ruído, a norma estabelece que tais limites devem ser fixados pelas autoridades competentes, baseando-se nos efeitos conhecidos do ruído sobre a saúde e o bem-estar (sobretudo as relações de dose/resposta – efeito sobre o incômodo) e levando em conta os fatores econômicos e sociais.

De acordo com a norma estes limites dependem de vários fatores tais como: período do dia; as atividades a serem protegidas, o tipo de fonte de ruído; a situação (EX: novas áreas residenciais em ambientes existentes, novas instalações de transporte ou indústrias dentro de zonas residenciais existentes, medidas corretivas dentro de situações existentes).

Adicionalmente estabelece que as legislações para limitar o ruído devem compreender além dos valores limites, os procedimentos descrevendo as circunstâncias sob as quais o atendimento às mesmas pode ser verificado. Estes procedimentos podem se basear em cálculos, a partir de modelos de previsão de ruído, ou em medições, devendo compreender os seguintes elementos:

a) um ou mais descritores de ruído;

b) intervalos de tempo relevantes;

c) o(s) loca (l) (is) onde os limites de ruído devem ser verificados;

d) o tipo e as características das zonas onde os limites de ruído são aplicados;

e) a fonte, assim como seus modos operacionais e o ambiente;

f) as condições de propagação da fonte no receptor;

g) os critérios de avaliação da conformidade com os limites.

Considerando os relatórios de avaliação dos ruídos ambientais e estimativa do incômodo em longo prazo estes devem conter, se aplicável, as seguintes informações:

a) intervalo de referência;

b) intervalo de longo prazo;

c) para as medições, a instrumentação, sua calibração e lay-out, e os intervalos nos quais d) as medidas foram efetuadas;

e) o nível de avaliação assim como os componentes, incluindo os níveis sonoros que contribuem para o nível de avaliação;

f) uma descrição da fonte sonora ou das fontes envolvidas durante os intervalos de referência;

g) uma descrição das condições de funcionamento da(s) fonte(s) de ruído;

h) uma descrição do local de avaliação, compreendendo topografia, geometria da edificação, o revestimento e condições do solo;

i) uma descrição de todos os métodos utilizados para corrigir toda a pertubação causada por um ruído residual e uma descrição do ruído residual;

j) os resultados da estimativa do incômodo de longo prazo;

k) uma descrição das condições meteorológicas durante as medições e sobretudo a direção e a velocidade do vento, a cobertura de neve a as precipitações;

l) as incertezas para relatar os resultados e os métodos utilizados para considerar tais incertezas;

m) para os cálculos, a origem dos dados de entrada e as verificações efetuadas para assegurar a sua confiabilidade.

O Anexo D estabelece um método para se estimar a percentagem da população fortemente incomodada em função do nível sonoro dia/noite corrigido. Este método baseia-se na equação da curva de Schultz que foi utilizada para estimar a percentagem da população fortemente incomodada pelo ruído devido ao tráfego rodoviário apresentada a seguir:

$$HA = 100 \left[1 + \exp\left(10{,}4 - 0{,}132\, L_{dn}\right)\right] \%$$

Onde:

- HA = percentual da população altamente encomendada;
- L_{dn} = Nível sonoro dia/noite.

Esta relação de dose/resposta pode também ser utilizada para avaliar a resposta da população ao incômodo causado por outras fontes de ruído se as correções, em função da tipologia de fonte, apresentadas anteriormente, forem aplicadas.

Todavia, esta equação só se aplica a níveis de ruído de longo prazo, como a média anual e a situações existentes.

Considerando-se novas situações, sobretudo aquelas em que a comunidade não está familiarizada com a fonte de ruído em questão, pode-se esperar que o incômodo causado seja mais alto, podendo atingir uma diferença de até 5 dB.

Segundo a norma pesquisas mostraram que há uma grande expectativa em termos de “paz e tranqüilidade” em áreas rurais, podendo esta expectativa alcançar até 10 dB.

Estes dois fatores, descritos nos dois parágrafos anteriores, são aditivos. Uma nova fonte de ruído não familiar, situada em uma área rural calma, pode engendrar níveis de incômodo bem mais elevados que aqueles que são normalmente previstos através da equação de Schultz. Este aumento de incômodo pode ser equivalente a adicionar 15 dB aos níveis medidos ou prognosticados.

Apêndice 9.13

Mapeamento Sonoro de Cidades Brasileiras – Resumo

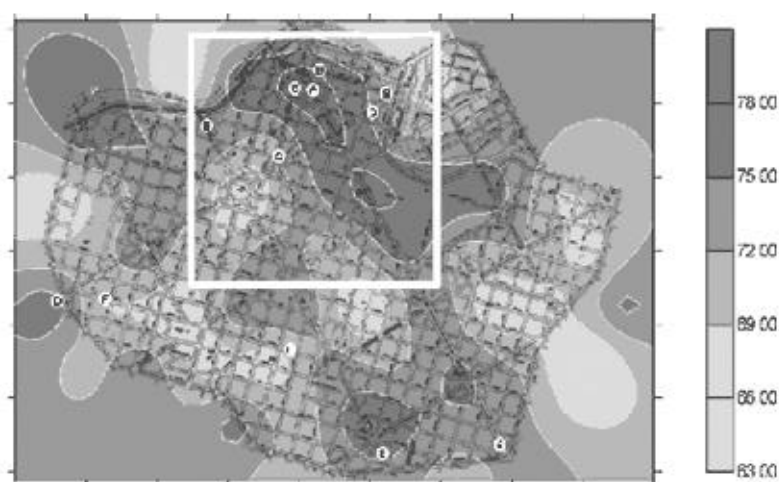
Em **Belo Horizonte** foi realizado um mapeamento sonoro da região central da cidade, (Figura 34) por uma equipe da Escola de Engenharia, Departamento de Mecânica, da Universidade Federal de Minas Gerais. Os pontos de medição foram distribuídos segundo uma malha geométrica, constituída pela justaposição de células triangulares eqüiláteras. Foram medidos os níveis de pressão sonora equivalente contínuo ponderado em “A”, durante um período de cinco minutos (L_{Aeq}, 5 min) nos horários de “rush” do tráfego (de 7:20h às 8:30h e de 17:30h às 19:40h), de terça a sexta-feira, entre 15 de março a 15 de junho e 15 de agosto a 15 de novembro.

Fonte: OS PERIGOS...,2000

Figura 34 – Mapeamento Sonoro, Região Central de Belo Horizonte – MG

Os níveis medidos foram bastante elevados, sendo que a região mais “silenciosa” identificada no levantamento, situa-se dentro do Parque Municipal e teve como resultado 63 dB(A) e a mais ruidosa, nas vias de tráfego intenso, 81 dB(A) (OS PERIGOS...,2000).

Em **Curitiba** (ano 2000) avançou-se um pouco mais, tendo em vista que, além de realizar um levantamento sonoro, foi também aplicado um questionário a fim de se

poder conhecer a reação de incômodo da população face ao ruído urbano presente em sua cidade. Os pontos de medição foram distribuídos por todas as diferentes zonas da cidade, como pode ser visto no mapa apresentado na Figura 35**,** totalizando 1.000 pontos. As medições foram realizadas em dois períodos distintos do dia (entre 12:00h e 1:00h e 18:00h e 19:00h) com uma duração de 1 hora, sendo posteriormente efetuada uma média aritmética dos valores medidos em cada ponto para se obter os níveis de pressão sonora equivalentes contínuos ponderados em “A”, para um período de duas horas (L_{Aeq}, 2h) (ZANNIN *et al*, 2002).

O critério adotado para fins de avaliação da exposição sonora foram aqueles estabelecidos pela legislação municipal relativa a poluição sonora e pelo *Department of Housing and Urban Development’s Noise Policy* (HUD), EUA, apresentado no *The Noise Guidebook* (idem). Resumidamente os resultados encontrados apontam que em 93,3% dos locais medidos, durante o período do dia, os níveis medidos foram superiores a 65 dB(A) e que em 40,3% do total dos lugares medidos, durante o mesmo período, os níveis medidos foram superiores a 75 dB(A) (ZANNIN *et al*, idem).

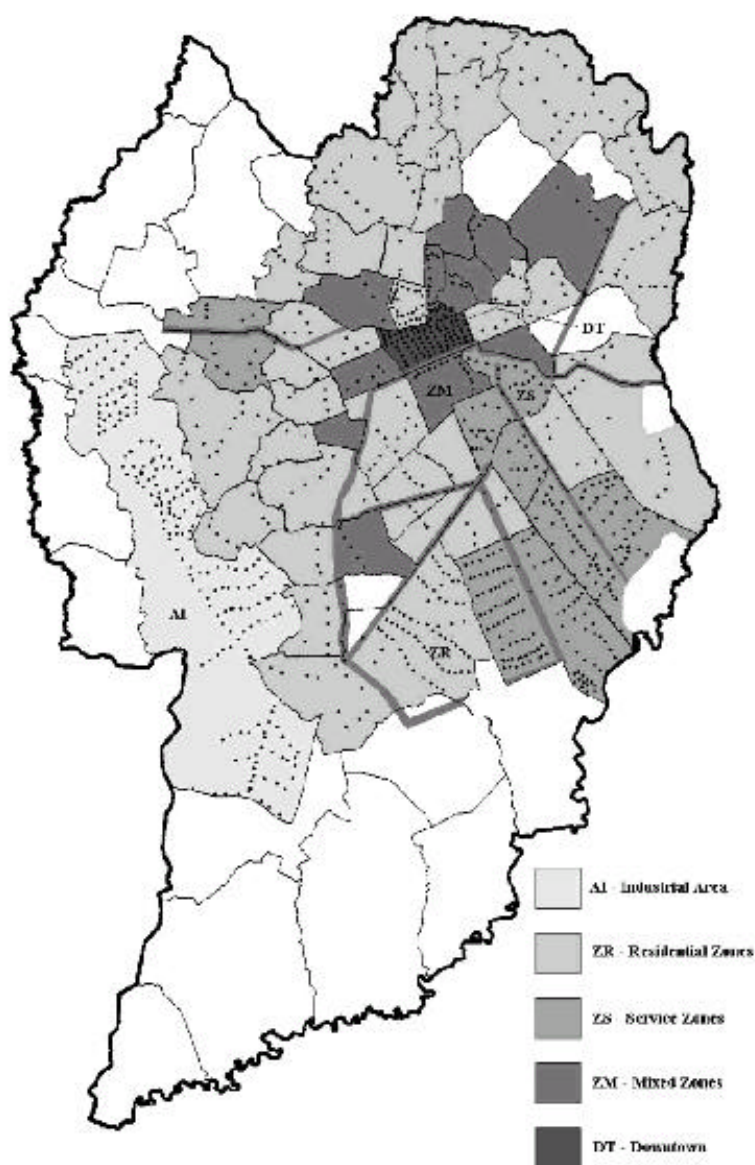
O ruído de tráfego foi considerado a principal fonte de ruído urbano e a média dos valores para todas as medições realizadas em zonas residenciais é classificada como normalmente inaceitável ($62 < LAeq \leq 76$ dB(A)), baseando-se no critério do HUD (ZANNIN *et al*, idem).

Fonte: ZANNIN *et al*, 2002

Figura 35 – Distribuição Geográfica dos Pontos de Medição em Curitiba – PR

Os resultados obtidos foram, ainda, comparados com os de um outro levantamento realizado em 1992, visto que os pontos de medição e os horários de medição, segundo ZANNIN *et al* (idem), foram exatamente os mesmos. Esta comparação permitiu concluir que os níveis de ruído acima de 65 dB(A) reduziram de 93,4% para 80,6% nos pontos medidos na cidade no atual levantamento (BEATRIZ, 2002).

Com relação ao questionário aplicado, foram distribuídos aleatoriamente um mil questionários aleatoriamente nos bairros residenciais. Destes, 86% foram respondidos, a partir dos quais pôde-se concluir que: as principais fontes de ruído causadoras de

incômodo foram o tráfego de veículos (73%) e os vizinhos (38%). Os principais efeitos causados pelo ruído nos entrevistados foram irritabilidade (58%), baixa concentração (42%), insônia (20%) e dores de cabeça (20%) (ZANNIN *et al*, 2002).

Em **Porto Alegre** foi realizado um levantamento dos níveis sonoros, de março a dezembro de 2002, de forma contínua, por períodos de 24 horas e em 14 pontos diferentes da cidade, conforme apresentado na Figura 36, contemplando zonas silenciosas (L_{Aeq}, 24h < 65 dB(A)) e vice-versa (L_{Aeq}, 24h > 65 dB(A)). Foram medidos, além, do L_{Aeq}, 24h, $L_{máx}$, $L_{mín}$, para o período completo de 24 horas, a seguinte série de índices estatísticos (L_5, L_{10}, L_{20}, L_{30}, L_{50}, L_{60}, L_{70}, L_{80}, L_{90}), para períodos de 1 hora. Foram ainda calculados os valores de L_{Aeq}, L_{10}, L_{90}, $L_{máx}$, $L_{mín,}$ a cada quarto de hora (MAIA & SATTLER, 2003).

Legenda: Localização dos pontos de medição.
Fonte: MAIA & SATTLER, 2003

Figura 36 – Distribuição Geográfica dos Pontos de Medição em Porto Alegre – RS

Após a medição os valores medidos de L_{Aeq}, 24h foram comparados aos valores de L_{Aeq}, 1h, durante todo o período do dia em que se realizou a medição, a fim de avaliar em que horário do dia o resultado mais se aproximou do valor encontrado para as 24h. Adicionalmente, os níveis sonoros medidos foram comparados àqueles obtidos em um outro levantamento, realizado no ano de 1995 (idem).

De acordo com MAIA & SATTLER (idem), na maioria dos locais onde se efetuaram as medições, os níveis de ruído medidos foram superiores a 55 dB(A), com exceção daqueles obtidos em pontos isolados, afastados da via de tráfego, durante os períodos noturnos, cujos níveis atingiram valores inferiores a 55 dB(A).

Conclui-se, também, no estudo que os valores dos níveis medidos e os valores dos desvios padrões calculados estão intrinsecamente relacionados com a presença ou não de tráfego no local.

Na cidade de **São Paulo** foi realizado um levantamento dos níveis sonoros, em 75 pontos localizados nas vias urbanas da cidade, com características físicas e operacionais distintas. As medições ocorreram de segunda a sexta-feira, entre 8h e 18h e nove pontos entre 20 e 24 horas. O número de medidas variou de 13 a 49 e foram medidos os níveis de pressão sonora equivalente contínuo ponderado em "A" (L_{Aeq}), os níveis de ruído de pico, os níveis máximos de pressão sonora, os níveis mínimos de pressão sonora; e os índices estatísticos, durante dois minutos (SOUSA & CARDOSO, 2002). De acordo com o estudo obtiveram-se as seguintes variações nos resultados das medições:

- níveis de pressão sonora equivalente contínuo: de 52,02 a 81,44 dB;
- média dos níveis máximos: de 64,85 a 94,26 dB;
- média dos níveis mínimos: de 43,19 a 71,45; e
- os L_{90}: de 45,61 a 73,98.

Pôde-se concluir que, em todos os pontos de medição, os valores dos níveis medidos encontraram-se acima dos níveis limites estabelecidos pela legislação do município de São Paulo, que leva em consideração os níveis critérios preconizados pela NBR 10151 (SOUSA & CARDOSO, 2002).

Apêndice 9.14

Instrumentos Legais no Brasil – Poluição Sonora

1. Esfera Federal

1.1. Inquérito Civil Público por meio da Ação Civil Pública (Lei 7347/85)

Por constituir-se em um problema jurídico de natureza difusa a poluição sonora deve ser controlada pelo poder público e pela sociedade. Individualmente, com ações judiciais de cada prejudicado, ou coletivamente, por intermédio de ação civil pública, requerendo a garantia do direito ao sossego público, resguardado pela Constituição Federal que estabelece, no artigo 225, "ser direito de todos o meio ambiente equilibrado" (SANTOS, 2001).

Não se dispõe de dados organizados sobre o número de inquéritos civis públicos solicitado ao Ministério Público, Federal e Estadual. Sabe-se apenas que, no Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro, este número é significativo, levando-o a propor à COPPE/UFRJ a realização de convênio ou projeto específico para colaborar na resolução das ações.

É provável que algum destes inquéritos poderiam ser "encurtados" ou mesmo evitados se existisse a figura de um mediador, tendo em vista que, algumas vezes, são problemas de simples solução.

1.2. Código de Defesa do Consumidor (Lei 8.078/90)

O Art. 10 do Código proíbe o fornecimento de produtos ou serviços potencialmente nocivos e prejudiciais à saúde. Assim qualquer produto que produza poluição sonora pode ser enquadrado (SANTOS, 2001).
Dentre os produtos que produzem níveis de ruído elevado pode-se citar alguns brinquedos infantis ou mesmo aparelhos eletrodomésticos, que já são sujeitos à aposição de selo ruído, de acordo com a Resolução CONAMA 020/94 (apresentada adiante).

Todavia, atualmente, somente os liquidificadores e secadores de cabelo estão recebendo este selo.

1.3. Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras (SLAP)

Na esfera federal a competência para o licenciamento ambiental, monitoramento, fiscalização e controle ambiental é atribuída ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Assim compete ao IBAMA exigir a realização de Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e os respectivos Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA) no processo de licenciamento de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos naturais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental com significativo impacto ambiental, de âmbito nacional ou regional.

Para alguns destes empreendimentos e atividades, listadas no Anexo 1 da Resolução CONAMA 237/97, dependendo de suas características relativas a emissão sonora da fonte, bem como dos seus possíveis impactos tanto na fase de implantação quanto na de operação, são exigidos estudos de impacto ambiental sonoro no âmbito dos EIAs/RIMAs.

Contudo, muitos dos Estudos Ambientais realizados são incipientes, não cobrindo os possíveis impactos, notadamente na fase de implantação do empreendimento. Ou, ainda pior, como pôde ser constatado em alguns estudos, apenas dizem que os níveis de ruído atenderão à Resolução CONAMA 001/90.

Um outro problema identificado é que a maioria dos empreendimentos não possui os dados de potência acústica dos equipamentos a serem implantados, levando o consultor a buscar dados semelhantes em outras fontes, ou, ainda, a utilizar métodos empíricos.
Ademais, verifica-se que algumas das legislações apresentam problemas intrínsecos da natureza da engenharia acústica, ou não são harmonizadas com a legislação federal. Exemplo notório é a legislação aeronáutica relativa a poluição sonora no entorno de aeroportos, que utiliza uma métrica distinta da métrica adotada na legislação federal.

O instrumento legal norteador para a realização do EIA sonoro é a Resolução CONAMA 001/90, além das legislações estaduais ou municipais onde se implantará o empreendimento. Contudo, a Resolução remete a uma Norma da ABNT que não se configura como uma norma voltada para fins de planejamento (o texto apresentado adiante detalha este aspecto).

No final do ano de 1989 o IBAMA coordenou a realização de uma reunião da qual participaram profissionais (setores governamentais relacionados, de alguma forma, à área de ruído e da Sociedade Brasileira de Acústica – SOBRAC) para discutir as ações a serem implementadas, considerando a lacuna existente na legislação ambiental sonora brasileira. Até então a legislação existente constituía-se na Portaria 92, de 19 de junho de 1980, de difícil entendimento e aplicação, além de ser considerado um diploma legal ineficaz, pois este era facilmente contornado (ARAÚJO, 2000a). Cumpre ressaltar que essa Portaria remetia a uma Norma da ABNT – NB 95 – "Níveis de Conforto Acústico" (atual NBR 10152 – Níveis de Conforto Acústico) e, nos casos específicos de emissão de ruído veicular e no ambiente do trabalho, respectivamente, a normas específicas expedidas pelo Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), e pelo órgão competente do Ministério do Trabalho.

Das discussões havidas decidiu-se elaborar uma legislação que fizesse referência a uma norma técnica, o que possibilitaria que qualquer modificação introduzida se desse no texto da norma e não no da Lei, deslocando o processo de modificação para um fórum técnico de engenharia acústica. Além disto, em 1987, havia sido publicada a Norma ABNT 10151 — "Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade", produzida a partir da Norma ISO 1996 (ARAÚJO, idem).

Decidiu-se, também, pela criação de um programa permanente de combate a poluição sonora que abrangesse questões relativas ao controle do ruído ambiental e a educação da população, informando-a sobre os efeitos adversos do ruído, causados à saúde e ao bem-estar, devido a uma exposição a níveis de ruído elevados (ARAÚJO, idem).

Assim seriam elaborados dois documentos a serem submetidos ao CONAMA, visando a materialização dos mesmos em Resoluções que teriam força de lei (ARAÚJO, idem). Em 8 de março de 1990, após a apreciação do CONAMA, tais documentos vieram a se

constituir nas duas primeiras Resoluções, a CONAMA 001/90 e a 002/90, exclusivamente relacionadas ao ruído ambiental.

1.4 Resoluções relativas a ruído ambiental

- **Resolução CONAMA 001/90**

Considerando que:

> *"os problemas dos níveis excessivos de ruídos estão incluídos entre os sujeitos ao Controle da Poluição do Meio Ambiente;*
>
> *a deterioração da qualidade de vida, causada pela poluição, está sendo continuamente agravada nos grandes centros urbanos"* (BRASIL, 1990a).

estabelece:

> "*I - A emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política, obedecerá, no interesse da saúde, do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos nesta Resolução;*
>
> *II - São prejudiciais à saúde e ao sossego público, para os fins do item anterior, os ruídos com níveis superiores consideráveis aceitáveis pela Norma NBR 10151, Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da Associação Brasileira das Normas Técnicas - ABNT;*
>
> *III - Na execução dos projetos de construção ou de reformas de edificações para atividades heterogêneas, o nível de som produzido por uma delas não poderá ultrapassar os níveis estabelecidos pela NBR 10152 - Níveis de Ruído para Conforto Acústico;*
>
> *IV - A emissão de ruídos produzidos por veículos automotores e os produzidos no interior de ambientes de trabalho, obedecerão às normas expedidas, respectivamente, pelo Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN, e pelo órgão competente do Ministério do Trabalho;*

V - As entidades e órgãos públicos (federais, estaduais e municipais) competentes, no uso do respectivo poder de polícia, disporão de acordo com o estabelecimento nesta Resolução, sobre a emissão ou proibição da emissão de ruídos produzidos por quaisquer meios ou de qualquer espécie, considerando sempre os locais, horários e a natureza das atividades emissoras, com vistas a compatibilizar o exercício das atividades com a preservação da saúde e do sossego público.

VI - Para os efeitos desta Resolução, as medições deverão ser efetuadas de acordo com a NBR 10151 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da ABNT;

VII - Todas as normas reguladoras da poluição sonora, emitidas a partir da presente data, deverão ser compatibilizadas com a presente Resolução" (BRASIL, 1990a).

Como se pode ver esta primeira Resolução nos remete, assim como a Portaria 92/80, a uma norma. A NBR 10152 – "Níveis de Ruído para Conforto Acústico", referida na Resolução, era, na época, a versão mais atualizada da NB 95, citada na Portaria. Atualmente esta se encontra em processo de revisão, conforme será comentado adiante. Acredita-se que tal norma não deveria ser remetida por esta Resolução, tendo em vista que ela preconiza níveis de ruído para conforto acústico que são níveis estabelecidos para fins de projeto acústico, extraídos de literatura cientifica internacional. Em reuniões realizadas durante as discussões de revisão das Normas NBR 10151 e 10152 foi comentado que a inclusão de tal norma teria sido um erro de redação e que seria muito difícil alterar a Resolução CONAMA. Entretanto, existem posições favoráveis a sua permanência no texto.

A outra norma citada pela CONAMA 001/90 é a NBR 10151 – "Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade (versão 1987)", que tem seu conteúdo baseado na Norma ISO 1996, e sofreu revisão no ano de 2000.

É relevante para o objeto central da Tese observar-se que a Resolução 001/90 não é enfática em se tratando de ruído emitido pelos meios de transporte, que é considerado como um dos principais problemas de poluição sonora nas cidades e que exclui a sua

competência quanto à limitação da emissão de ruído produzido por veículos automotores. Não obstante, como será posteriormente indicado, esta situação é revertida no que se refere apenas a emissão sonora de veículos automotores, pela emissão de Resoluções específicas.

Outra questão importante é a necessidade da harmonização da totalidade das normas de poluição sonora serem criadas decorrentes da Resolução 001/90. Também a questão da atribuição de responsabilidades, sobre a emissão ou a proibição de ruídos, cujos níveis critérios limites e procedimentos de medição, estabelecidos na NBR 10151 (remetida por esta Resolução), às entidades e órgãos públicos competentes em todos os níveis da Federação. Em outras palavras qualquer legislação criada ou mesmo alterada em qualquer esfera da União, a partir da entrada em vigor desta Resolução, terá que ser harmonizada com os procedimentos de medição e os níveis critérios estabelecidos na NBR 10151. As autoridades, no uso dos seus respectivos poderes de polícia, farão com que ela seja cumprida. Assim pode-se dizer que a norma ABNT NBR 10.151 constitui-se, na prática, a Lei Federal que rege as matérias relacionadas com a poluição sonora.

- **Resolução CONAMA 002/90**

Esta Resolução institui o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora, denominado "Programa Silêncio", coordenado pelo IBAMA, com os seguintes objetivos:

> "*a) Promover cursos técnicos para capacitar pessoal e controlar os problemas de poluição sonora nos órgãos de meio ambiente estaduais e municipais em todo o país;*
>
> *b) Divulgar junto à população, através dos meios de comunicação disponíveis, matéria educativa e conscientizadora dos efeitos prejudiciais causados pelo excesso de ruído;*
>
> *c) Introduzir o tema "poluição sonora" nos cursos secundários da rede oficial e privada de ensino, através de um Programa de Educação Nacional;*
>
> *d) Incentivar a fabricação e uso de máquinas, motores, equipamentos e dispositivos com menor intensidade de ruído quando de sua utilização na indústria, veículos em geral, construção civil, utilidades domésticas, etc.;*

e) Incentivar a capacitação de recursos humanos e apoio técnico e logístico dentro da polícia civil e militar para receber denúncias e tomar providências de combate à poluição sonora em todo o Território Nacional;

f) Estabelecer convênios, contratos e atividades afins com órgãos e entidades que, direta ou indiretamente, possa contribuir para o desenvolvimento do Programa Silêncio" (BRASIL, 1990b).

Sem dúvida este Programa apresentou contribuição decisiva na área de controle de ruído no país, implicando na elaboração de novas normas, na construção de laboratórios de acústica e numa maior conscientização da população com relação a poluição sonora, esta evidenciada pelo aumento de reclamações e de ações judiciais. Também aumentou o número de profissionais atuantes na área de acústica. Diversas prefeituras elaboraram novas leis ou implementaram as existentes. O número de equipamentos de medição cresceu, bem como o número de representantes, no país, de fabricantes estrangeiros destes equipamentos (ARAÚJO, 2000a).

Várias ações foram impetradas para que os objetivos pretendidos na Resolução fossem alcançados. Todavia, apesar do sucesso, muitas ações ainda não conseguiram êxito em sua totalidade e algumas ainda precisam ser tomadas, notadamente quando se compara, por exemplo, com o que foi e continua a ser realizado na CE.

O objetivo de promoção de cursos técnicos para capacitar pessoal e controlar os problemas de poluição sonora, nos órgãos de meio ambiente estaduais e municipais em todo o país, ainda não teve êxito total, talvez pela não sistematização da realização dos mesmos. Muitos órgãos ambientais ainda hoje não possuem pessoal técnico qualificado (mesmo os OEMAs que receberam treinamento dado pelo IBAMA em conjunto com o INMETRO) ou não são equipados com instrumentação adequada (apesar de muitos OEMAs terem equipamentos fornecidos pelo IBAMA). As funções realizadas resumem-se, em nível estadual, ao licenciamento de atividades potencialmente poluidoras e ao atendimento as reclamações relacionadas às atividades industriais em fase operacional. Em nível municipal, a legislar sobre os níveis critérios de ruído em função do zoneamento urbano, quando existente e no atendimento as reclamações relacionadas a todos os tipos de atividades, com exceção daquelas advindas de ruído de tráfego e de vizinhança.

É bem verdade que alguns estados e municípios brasileiros estão impetrando outras ações específicas, como, por exemplo, a ação pioneira do Rio de Janeiro no sentido de implantar no sistema de licenciamento anual veicular – controle das emissões atmosféricas, a realização do controle das emissões sonoras nas proximidades do sistema de escapamento dos veículos (instituída pela Resolução CONAMA 252, de 01 de fevereiro de 1999).

Outro exemplo é a ação do município de Belo Horizonte que, em 25 de julho de 2001, promulgou a Lei 8.204, que dispõe sobre o monitoramento do ruído, visando a implantação gradual de rede de monitoramento da poluição sonora com a finalidade de fazer medição periódica dos níveis de sons e ruídos na cidade, bem como a aplicação de medidas que visem a atenuação dos níveis de sons e ruídos no local onde, após se realizarem mais de duas medições durante o dia, forem constatados níveis em desacordo com os padrões estabelecidos pelo Executivo (BELO HORIZONTE, 2001). Outra ação deste Município, foi a criação de um Grupo de Trabalho, Portaria SCOMURBE 11, de 07 de junho de 2002, para estabelecer normas e procedimentos sobre a poluição sonora referente a ruído e vibração (BELO HORIZONTE, 2002).

A Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo, em outubro de 2001, apresentou o projeto de Regulamentação para Mitigação de Ruído em Áreas Lindeiras de Rodovias, visando a aplicação de limites de nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}) para novas rodovias. Entretanto, não se tem informação atualizada do atual estágio de implantação deste projeto (SÃO PAULO, 2001).

A divulgação de matéria educativa e conscientizadora dos efeitos prejudiciais pelo excesso de ruído, nos meios de comunicação, pode-se dizer que tenha ocorrido, porém, de forma pontual no tempo, ou seja, não houve continuidade. Acredita-se que a maioria da população ainda não tenha conhecimento sobre os efeitos causados pelo pela poluição sonora, apesar do grande número de reclamações recebidas nas Secretarias de Meio Ambiente dos Municípios Brasileiros. Caso seja feita uma pesquisa nessas Secretarias é provável que a poluição sonora concentre o maior número de reclamações comparativamente a outras formas de poluição.

Uma forma de matéria educativa e conscientizadora, indiretamente adotada, foi a aposição do Selo Ruído em eletrodomésticos, instituído pela Resolução CONAMA 020/94, possibilitando uma maior familiarização da população com os níveis de ruído em decibéis.

A proposta de introdução do tema “poluição sonora” nos cursos secundários da rede oficial e privada de ensino, no contexto de um Programa de Educação Nacional, não ocorreu em nível da nação. O que tem se verificado é a introdução do tema meio ambiente, devido à grande importância dada às questões ambientais no Brasil, notadamente, após a RIO 92.

Quanto ao incentivo a fabricação e uso de máquinas, motores, equipamentos e dispositivos com menor intensidade de ruído, uma primeira reunião foi organizada pelo IBAMA e o INMETRO, em 1993, com o objetivo de discutir a implantação de um programa de Selo Ruído com os fabricantes de eletrodomésticos. Estes não se mostraram receptivos a idéia de etiquetar seus produtos, devido aos custos que envolveriam a redução da emissão sonora dos mesmos. Desta forma, após muitos esforços, identificou-se a necessidade do uso de um instrumento legal para que o programa iniciasse efetivamente (ARAÚJO, 2000a). Assim, o programa específico, para atender aos objetivos do Programa Silêncio, que deveria ter caráter voluntário, passou a ser compulsório, sendo o objeto da Resolução CONANA 020, de 07 de dezembro de 1994.

Outras Resoluções se sucederam até a presente data, porém, a maior parte delas relativas a emissão sonora de veículos automotores, no que diz respeito, principalmente, a homologação e emplacamento dos mesmos. É o que se descreve adiante no item 1.3.2.

1.5 Resoluções relativas à emissão de ruído veicular

As primeiras Resoluções do CONAMA relativas a emissão sonora veicular (Resoluções CONAMA 001 e 002) foram publicadas em 11/02/93, tomando como referência os limites máximos estabelecidos para veículos de quatro rodas e de duas rodas e assemelhados às Diretivas da Comunidade Européia que regiam a matéria. Estas

Resoluções substituíram a Resolução do CONTRAN e encontram-se resumidas no Apêndice 9.15. Elas são:

- Resolução CONAMA 006, de 31/08/93;
- Resolução CONAMA 007, de 31/08/93;
- Resolução CONAMA 008, de 31/08/93;
- Resolução CONAMA 017, de 31/12/95;
- Resolução CONAMA 230, de 22/08/97;
- Resolução CONAMA 256, de 30/07/99;
- Resolução CONAMA 268, de 14/09/00;
- Resolução relativa à emissão de outras fontes de ruído.

Atualmente, os limites máximos para os veículos automotores com o veículo em aceleração estabelecidos na Resolução CONAMA 001/93 tornaram-se ainda mais restritivos na Resolução CONAMA 272, de 14/09/00, igualando-os, inclusive, aos limites impostos na CE.

A Resolução CONAMA 252/99 estabelece limites máximos de ruído nas proximidades do escapamento, para fins de inspeção obrigatória e fiscalização de veículos em uso. De acordo com essa Resolução a responsabilidade pela inspeção e fiscalização em campo dos níveis de emissão de ruído dos veículos em uso é atribuída aos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente e aos órgãos a eles conveniados, especialmente os de trânsito (BRASIL, 1999a).

A fim de atender a essa Resolução a FEEMA – OEMA/RJ, celebrou convênio com o DETRAN/RJ , no qual a área ambiental atua como órgão técnico e coordenador, a fim de orientar o desenvolvimento das avaliações de gases e ruído veicular (FEEMA, 2002).

No que diz respeito ao ruído a FEEMA deu início às avaliações em veículos na condição parado, de acordo com a norma NBR 9714, em diversos postos do DETRAN, a fim de obter um número significativo de avaliações, bem como acompanhar os procedimentos utilizados e identificar possíveis problemas decorrentes desta avaliação (FEEMA, 2002). Dentre os principais problemas identificados, a equipe destacou:

- a dificuldade de garantir a diferença de 10 dB(A) entre o ruído de fundo e os níveis de ruído medidos nos veículos avaliados (conforme preconizado na NBR 9714), principalmente se estes veículos forem novos. Isto se deve ao elevado nível de ruído de fundo encontrado nos postos onde as medições são efetuadas;
- a presença de ruídos intrusos (ruído de passagem de aeronaves ou, até mesmo, de outros veículos sendo submetidos ao processo de avaliação), invalidando a série de medições prevista no item 6.1 da referida norma, provocando novo procedimento;
- a dificuldade de estabilização da rotação do motor do veículo, utilizada como referência para a avaliação e início de séries de medição;
- a inadequação dos transdutores para captação da rotação do motor das motocicletas.

Diante destes problemas relatados a equipe propôs uma série de medidas, descritas a seguir:

- construção de uma cabina piloto somente para medições de ruído veicular;
- realização de um exame e/ou uma reavaliação do fluxo lógico utilizado pela empresa *Sun Electric* do Brasil, que presta serviço para o DETRAN;
- utilização de um transdutor de rpm que possibilite a medição em motocicletas e assemelhados;
- modificação, após uma discussão técnica maior e caso se alcance um consenso, da norma NBR 9714.

Tais proposições foram discutidas num fórum maior na sede da FEEMA e do DETRAN e decidiu-se que, neste ano (2004) será construído um posto padrão na área dos laboratórios da FEEMA, localizados na Barra da Tijuca.

1.6 Resolução CONAMA 020, de 07 de dezembro de 1994

Esta Resolução institui o Selo Ruído, como forma de indicação do nível de potência sonora, medido em decibel - dB(A), de uso obrigatório, para aparelhos eletrodomésticos, que venham a ser produzidos, importados e que gerem ruído no seu funcionamento (BRASIL, 1994b).

Essa Resolução CONAMA suscitou a elaboração de diversas Normas ABNT para realização dos ensaios e para determinação dos níveis de potência sonora, tais como os apresentado no Apêndice 9.12. Todavia, atualmente, o Selo Ruído só se aplica a secadores de cabelo e liquidificadores, como comentado anteriormente. Há uma previsão que a partir de 2004 venha a ser estendido a aspiradores de pó.

Existem ainda outras Normas ABNT, relativas principalmente a medição de emissão de outras fontes de ruído citadas no Apêndice 9.15.

1.7 Legislações relativas à regulamentação do uso do solo no entorno de aeroportos e à emissão sonora de aeronaves

A legislação federal relativa a ruído aeronáutico centra-se fundamentalmente nas questões de regulamentação do uso do solo no entorno dos aeroportos brasileiros e de regulamentação relativa a restrições quanto a operação de aeronaves ruidosas no território nacional.

- **Portaria MAer 1.141/GM5, de 8 dezembro de 1987**

A regulamentação do uso do solo no entorno de aeroportos é abordada legalmente no país, desde maio de 1979, no Decreto 83.399 e, posteriormente, pelo Decreto 889431, de março de 1984, os quais introduzem o Zoneamento do Ruído, definindo novas restrições ao uso do solo nas áreas vizinhas dos aeroportos, em função do nível de incômodo ali percebido (IAC, 2000).

Esses Decretos foram substituídos pela Lei 7.565 – Código Brasileiro de Aeronáutica, de 19 de dezembro de 1986, regulamentada pela Portaria 1141/GM5, de 8 dezembro de 1987 (IAC, 2000).

Essa Portaria dispõe sobre Zonas de Proteção e aprova o Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos, o Plano Básico de Zoneamento de Ruído, o Plano Básico de Zona de Proteção de Helipontos e o Plano de Zona de Proteção de Auxílios à Navegação Aérea e dá outras providências (BRASIL, 1987).

De acordo com o Capítulo XII, dessa Portaria, o Plano de Zoneamento de Ruído é estabelecido segundo a categoria de pista (esta varia de pista de aviação regular, de grande porte, de alta densidade – Categoria I, a pista de pequeno porte – Categoria VI), e em função das normas de aproveitamento do uso do solo nas Áreas I, II e III. As definições das categorias de pista, das Áreas I, II e III, além dos usos do solo permitidos em cada uma das Áreas encontram-se no Apêndice 9.13.

Essas Áreas encontram-se delimitadas pelas Curvas de Nível de Ruído 1 e 2 que "são linhas traçadas a partir dos pontos nos quais o nível de incômodo é igual a um valor predeterminado e especificado pelo Departamento de Aviação Civil (DAC), em função da utilização prevista para o aeródromo" (BRASIL, 1987). O nível de incômodo sonoro representado pela Curva de Nível de Ruído 1 é maior do que o representado pela Curva de Nível de Ruído 2.

Os Planos Básicos de Zoneamento de Ruído são aplicados em aeroportos de pequeno e médio porte (aeródromos que contenham pistas de Categoria II, III, IV, V e VI), onde não existem áreas densamente povoadas. Nestes planos as Curvas de Ruído 1 e 2 são pré-estabelecidas em função da categoria da pista (inferior a 6.000 movimentos anuais) e do tipo de aviação prevista para a operação, considerando-se um horizonte de vinte anos (COSTA, 2002). Os parâmetros para a elaboração das mesmas são especificados e encontram-se no Apêndice 9.13.

Os Planos Específicos de Zoneamento de Ruído são obrigatórios para os aeródromos que contenham pistas de Categoria I e o tipo de aviação que neles operem não se enquadrar em determinadas categorias, descritas na Portaria, ou para os aeródromos que, a critério do DAC, apresentem condições particulares, em substituição ao Plano Básico de Zoneamento de Ruído (BRASIL, 1987).

Nesse caso, as Curvas de Ruído 1 e 2 são determinadas em função do movimento anual; tipologia de aeronaves; rotas e procedimentos; distribuição de movimentos por cabeceira; e do percentual de vôos noturnos, entre outros (COSTA, 2002).

O DAC e a INFAERO adotam como valores das Curvas de Ruído 1 e 2 os níveis de DNL de 75 dB e 65 dB, respectivamente. Atualmente não se conhece legislação brasileira que fixe estes valores.

Cumpre ressaltar que esses valores são adotados também, pela *The Federal Aviation Administration* (*FAA)* dos EUA. De acordo com a FAA (apud SCHOMER, 2001) o nível de DNL 65 estabelecido para a Curva 2 é o nível critério mínimo recomendado para a avaliação de impactos ambientais sonoros em áreas residenciais, independentemente do tipo de área residencial.

Outros organismos nos EUA, como por exemplo *The US Environmental Protection Agency* (*US/EPA),* recomenda o nível critério de DNL 55, como o nível requisitado para a proteção da saúde e bem-estar com adequada margem de segurança (SCHOMER, 2001).

Internacionalmente outros organismos propõem níveis ainda mais baixos, considerando-se áreas residenciais, como é o caso da OMS, considerada uma autoridade no estabelecimento de níveis aceitáveis de poluentes, que recomenda um L_{eq} de 55 dB, para um período diurno de 16 horas e um L_{eq} noturno de 45 dB, a fim de prevenir sérios incômodos. Estes níveis correspondem aproximadamente a um nível de DNL igual a 55 dB. Para prevenir incômodo recomenda um L_{eq} diurno de 50 dB e um L_{eq} noturno de 40 dB, que correspondem, aproximadamente, a um nível de DNL igual a 50 dB (SCHOMER, 2001).

Pelo exposto os níveis 75 DNL e 65 DNL, adotados aqui no Brasil pela INFRAERO e pelo DAC e nos Estados Unidos pela FAA, são níveis elevados, considerando os níveis internacionalmente recomendados ou mesmo adotados em diferentes países.

A Portaria determina, ainda, que na Área 2 (compreendida entre as Curvas de Ruído 1 e 2) não é permitido a implantação ou desenvolvimento de atividades residencial, de saúde, educacional, dentre outras, e na Área 3, as eventuais restrições ao uso do solo são estabelecidas em Plano Específico de Zoneamento de Ruído (BRASIL, 1987).

Contudo, considerando os níveis recomendados, a proibição da implantação ou desenvolvimento de atividades residencial e outras citadas na Portaria deveria ser estendida a parte da Área 3, inclusa numa Curva de Ruído hipotética, de valor igual, no mínimo, a 55 DNL.

Acredita-se que a situação é ainda agravada pelo fato de que, na prática, nas Áreas 1 e 2, observando as curvas de ruído geradas para muitos aeroportos, encontram-se inseridas atividades não permitidas, notadamente atividades residenciais.

Este fato mostra que ocorre falha na fiscalização que é de competência dos Comandos Aéreos Regionais (COMAR), em conjunto com as entidades municipais, estaduais e federais competentes, de acordo com a Portaria. Além disto, segundo COSTA (2000), "...um grande número de municipalidades não tem incorporado nas suas legislações as restrições necessárias à preservação dos sítios aeroportuários".

Por outro lado, a atual legislação federal e as legislações municipais relativas à poluição sonora estabelecem níveis critérios de ruído diferenciados para distintas zonas residenciais. Muitas vezes tais níveis critérios são conflitantes com os valores de 75 DNL e 65 DNL atribuídos às curvas de ruído dos aeroportos, além das métricas utilizadas serem distintas.

A Portaria 1141/GM5 também estabelece a obrigatoriedade de execução de Plano Básico de Zoneamento de Ruído de Heliponto. Nela são mostradas as Curvas de Nível de Ruído 1 e 2 a serem obedecidas quando de sua elaboração, apresentadas no Apêndice 9.16.

Todavia, um dos maiores problemas relacionado ao ruído emitido por helicópteros é este ser distinto daquele relacionado à aeronaves, tendo em vista que, normalmente, trafegam em baixas altitudes, fazendo com que o ruído emitido durante o vôo possa ser fonte de incômodo à população sobre a qual sobrevoam.

- **Outras Portarias do MAer e da Defesa Civil**

A primeira regulamentação relativa a restrições quanto a operação de aeronaves ruidosas no território nacional é datada de 06 de fevereiro de 1984, quando da aprovação da Portaria 0220/GM5, que tratava das aeronaves *Non Noise Certificated (*NNC). Em outras palavras, de aeronaves que não atendiam ao Volume 1, *Aircraft Noise*, do Anexo 16 à Convenção em Aviação Civil Internacional, da Organização de Aviação Civil Internacional (OACI), que é o documento oficial para a homologação de aeronaves subsônicas a jato e a hélice e helicópteros (IAC, 2000).

Esta portaria previa a proibição total destas aeronaves em 01 de janeiro de 1996. Todavia, outras portarias subseqüentes como a 0819/GM5, de 30 de outubro de 1985, e a 628/GM5 postergaram esta data para 01 de janeiro de 1998 e a Portaria 13/GM5, de 05 de janeiro de 1994, dilatou ainda mais este prazo para 31 de dezembro de 2000, conforme mostrado no Quadro 64.

Quadro 64 – Evolução da Legislação quanto às Restrições à Operação das Aeronaves NNC

Portaria	Data limite Matrícula	Início das restrições	Proibição total (H24) aeroportos seletivos	Proibição total
0220/GM5 06/02/84	06/02/84	01/01/92 (noturna)	01/01/94 GR, SP,GL, RJ, RF, PA, VT, FZ, BR	01/01/96
0819/GM5 30/10/85	01/01/88	01/01/94 (noturna)	01/01/94 GR, SP,GL, RJ, RF, PA, VT, FZ, BR	01/01/98
628/GM5 25/08/92	25/08/92	01/01/94 (noturna)	31/12/98 SP, RJ, RF, VT, FZ	31/12/2000
ICAO – Resolução A23-10/1980	Sem comentário	Sem comentário	Sem comentário	Não antes de 01/01/98
EUA	Sem restrição	01/01/80	Vários	01/01/85
CE	21/01/80	01/01/84	Vários	01/01/88

Fonte: IAC, 2000

Com relação às aeronaves do Capítulo 2 a Portaria 628/GM, de 25 de agosto de 1992, estabeleceu as primeiras restrições operacionais com relação a estas aeronaves,

principalmente em função da aprovação da Resolução A28/3, de 1990, da OACI, onde países da Europa, EUA, Japão, entre outros, estabeleceram severas restrições a estas aeronaves (IAC, idem).

Similarmente ao ocorrido com as aeronaves *NNC*, as aeronaves do Capítulo 2 tiveram a sua proibição total adiada pela Portaria 13/GM5, de 5 de janeiro de 1994 para 31 de dezembro de 2010, que é justamente a época em que estas aeronaves, provavelmente, não estarão mais voando por razões econômicas, em função de sua vida útil e custos associados (IAC, idem).

Os Quadros 64 e 65, apresentam a evolução da legislação brasileira no que se refere às restrições operacionais, respectivamente, aeronaves NNC e Capítulo 2, incluindo ainda uma comparação com as diretrizes da OACI, EUA e Comunidade Européia (IAC, idem).

Quadro 63 – Evolução da Legislação quanto às Restrições à Operação das Aeronaves do Capítulo 2

Portaria	Data limite Matrícula	Início das restrições	Proibição total (H24) aeroportos seletivos	Proibição total
0220/GM5 06/02/84	06/02/84	Sem restrição	Sem restrição	Sem restrição
0819/GM5 30/10/85	01/01/88	Sem restrição	Sem restrição	Sem restrição
628/GM5 25/08/92	25/08/92	01/01/96 15% ao ano	25/08/92 GR, SP, RJ, RF, PA, VT, FZ, BR	01/04/02
ICAO – Resolução A23-10/1980	Sem comentário	Não antes de 01/04/95	Sem comentário	Não antes de 01/04/02
EUA 14 CFR Part 91 e 161 28/02/91	Sem restrição	31/12/94	Vários	31/12/99 (85%)
Diretiva CE 92/14/CEE 02/03/92	1989	01/04/95	Vários	01/04/02

Fonte: IAC, idem.

Existe ainda o Regulamento Brasileiro de Homologação de Aeronaves – RBHA 36 aprovado pela Portaria 299/DAC, de 17 de maio de 1999, que estabelece "Padrões de Ruído – Certificado de Homologação de Tipo” para aeronaves que operam no Brasil,

em conformidade com o Volume I, do Anexo 16 à Convenção em Aviação Civil Internacional, da Organização de Aviação Civil Internacional (OACI) – “Ruído de Aeronaves e o Regulamento Americano FAR 36 – “Padrões de Ruído – Certificação de Tipo e de Aeronavegabilidade de Aeronaves”, dando opção ao requerente de escolher qual documento, na íntegra, será aplicado (BRASIL, 1999c).

Outrossim, também foram produzidas normas técnicas da ABNT, especificamente relativas a ruído aeronáutico. As mais recentes são as seguintes:

- NBR 11415 – Ruído Aeronáutico – Terminologia (1990);
- NBR 12314 – Critérios de ruído para recintos internos nas edificações submetidas ao ruído aeronáutico (1997);
- NBR 12859 – Avaliação do impacto sonoro gerado por operações aeronáuticas – Procedimento (1993); e
- NBR 13368 – Ruído gerado por aeronaves – Monitoração – Método de ensaio (1995).

1.8 Normas ABNT relativas a Ruído Ambiental

Conforme já citado as Normas ABNT NBR 10151 e 10152 são remetidas pela Resolução CONAMA 01, de 08 de março de 1990, sendo portanto normas que possuem força de lei no que diz respeito ao ruído ambiental, notadamente, a NBR 10151.

Assim sendo, tais normas são, resumidamente, descritas a seguir e apresentado um sumário dos processos de revisão.

Existe, ainda, uma outra Norma da ABNT, a NBR 14313 – Barreiras Acústicas para Vias de Tráfego – Características Construtivas, de maio de 1999, não citada em Resoluções do CONAMA, que não será detalhada, mas, alerta-se, representa um avanço no tratamento dado no Brasil a questão do ruído emitido pelo tráfego rodoviário.

- **NBR 10151 – Acústica -Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade – Procedimento**

Esta norma, de dezembro de 1987, remetida pela Resolução CONAMA 001, de 8 de março de 1990, sofreu um processo de revisão, entrando em vigor a nova versão, a partir de 31 de julho de 2000.

O fomento para a sua revisão se deu no âmbito de um projeto FINEP – Normalização em Conforto Ambiental, coordenado pela Universidade Federal de Santa Catarina e oficializado pela CE – 02:135:01 – Desempenho Acústico nas Edificações do Comitê Brasileiro da Construção Civil (COBRACON) – CB 02/ABNT.

Este projeto tinha por objetivo precípuo rever as normas relativas a conforto ambiental. Apesar de não ser uma norma de conforto foi inclusa, pois se entendeu que era necessária a sua revisão a fim de torná-la mais exeqüível, ou seja, mais fácil de entendimento e aplicação, tendo em vista a força que esta norma passou a ter após a publicação da Resolução CONAMA.

Assim, praticamente durante o ano de 1998 ocorreram reuniões de discussões em Santa Catarina, envolvendo técnicos de Secretarias de Meio Ambiente, pesquisadores de universidades, consultores na área de acústica, além de outros. No início de 1999 o projeto de norma foi para consulta pública e apuração dos votos se deu em 13/04/99. Em 30/09 e 27/10 do mesmo ano ocorreram reuniões para a análise dos votos, sendo esta última, no INMETRO, no Rio de Janeiro.

Nessa última reunião apontou-se a necessidade de consonância com a normalização internacional, tendo em vista que a definição dada para ruído ambiente (L_{ra}) na norma é diferente daquela estabelecida na ISO 1996 – *Acoustics – Description and measurement of environmental noise – Part 1: Basic quantities and procedures,* e mesmo daquela encontrada em outras legislações internacionais que normalmente seguem esta norma. Todavia, houve consenso que, como se tratava de definição, esta poderia ser definida da forma que se desejasse, além da limitação imposta pelo tempo necessário para que se fizesse uma nova revisão, antes de ser mandada para publicação como Norma Brasileira da ABNT.

Basicamente pode-se dizer que as modificações se deram nos métodos de medição, introduzindo exigências maiores com relação ao tipo de equipamento e a calibração dos equipamentos de medição, na definição dos horários e no estabelecimento de níveis critério de avaliação, que passaram a ser apresentados, diretamente, sob a forma de uma tabela, em função do zoneamento e do período do dia.

Uma questão polêmica, apresentada na versão antiga que foi suprimida, se referia ao nível de ruído de fundo. A norma sugeria que o nível de ruído de fundo fosse igual ao L_{90} (nível de ruído que é ultrapassado em 90% do tempo de medição). Todavia a fiscalização era realizada medindo-se o L_{Aeq} (nível de pressão sonora equivalente ponderado em A) que, por definição, é sempre maior que o L_{90}.

Outrossim, existia um item relativo a avaliação do ruído em relação a resposta da comunidade, considerando a ultrapassagem do nível sonoro corrigido (nível sonoro medido com correções aplicadas em função das características do ruído) em relação ao nível critério. Este item, também, não continuou na versão atual.

A versão atual compreende os seguintes itens:

1. Objetivo;
2. Referências normativas;
3. Definições;
4. Equipamentos de medição;
5. Procedimento de medição;
6. Avaliação de ruído;
7. Relatório de ensaio; e
8. Anexo (Método alternativo para a determinação do L_{aeq}).

Essa norma fixa as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades, independentemente da existência de reclamações. Pressupõe-se, assim, que ela destina-se, também, para fins de planejamento. Todavia, como poderá ser visto na comparação que será realizada com a nova versão da ISO 1996, a norma não utiliza uma métrica que considere um horizonte de longo prazo, perspectiva que deve ser adotada quando se pretende fazer planejamento.

Desta forma, para fins de avaliação da aceitabilidade, especifica um método para a medição de ruído; a aplicação de correções nos níveis medidos, em função das características do ruído; e uma comparação dos níveis corrigidos com um nível critério, que leva em consideração vários fatores (ABNT, 2000a) .

Nela o nível de ruído ambiente (L_{ra}) é definido como sendo o nível de pressão sonora equivalente ponderado em "A", no local e horário considerados, na ausência do ruído gerado pela fonte sonora em questão (ABNT, 2000a). Observa-se, como comentado anteriormente, que esta definição não é compatível com a definição adotada internacionalmente.

No que se refere ao medidor de nível de pressão sonora ou o sistema de medição, a norma estabelece que estes devem atender às especificações da IEC 60651, para tipo 0, tipo 1 ou tipo 2 e o calibrador acústico atender às especificações da IEC 60942, devendo ser de classe 2 ou melhor. Ademais, preconiza que tais instrumentos deverão ter certificado de calibração da Rede Brasileira de Calibração (RBC) ou do INMETRO, a ser renovado, no mínimo, a cada dois anos (ABNT, 2000a).

Este é um problema que alguns órgãos ambientais enfrentam, pois possuem equipamentos que não atendem a essas especificações, comprometendo, assim, os laudos técnicos efetuados pelos profissionais de suas equipes. Problema similar é enfrentado pelo DETRAN/RJ, que efetuou a compra de equipamentos, para medição dos níveis de ruído nas proximidades do escapamento de veículos automotores, para fins de inspeção obrigatória e fiscalização dos veículos em uso, que, também, não atendem a essas especificações (microfone não calibrável), segundo comentado em reuniões realizadas, no decurso deste ano, para a aplicação da Resolução CONAMA 252, de 01 de fevereiro de 1999.

O procedimento de medições centra-se no estabelecimento das condições gerais para sua realização quando do levantamento de níveis de ruído e da ocorrência de reclamações e para realizar medições no exterior e no interior de edificações, além da aplicação de correções aos níveis de ruído que apresentem características especiais (impulsividade ou tonalidade) (ABNT, 2000a).

O método de avaliação proposto na norma baseia-se numa comparação entre o Nível de Pressão Sonora Corrigido (L_C) e o Nível Critério de Avaliação (NCA), estabelecido conforme o Quadro 66. Para o caso de ambientes internos o NCA é o nível indicado na referida tabela com a correção de -10 dB(A) para janela aberta e -15 dB(A) para janela fechada (ABNT, 2000a).

Quadro 66 - Nível Critério de Avaliação NCA para Ambientes Externos, em dB(A).

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: ABNT, 2000a.

O NCA é função do zoneamento urbano (que compreende desde áreas de sítios e fazendas, onde os níveis de ruído preconizados são mais restritivos, até áreas predominantemente industriais, para a quais são estabelecidos os mais altos níveis de ruído permissíveis) e do período do dia, sendo que o período noturno não deve começar depois das 22 horas e terminar antes das 7 horas do dia seguinte. Se o dia seguinte for domingo ou feriado, o término do período noturno não deve ser antes das 9 horas (ABNT, 2000a).

Caso o nível de ruído ambiente, L_{ra}, medido for superior ao valor estabelecido (ver Quadro 66) para a área e o horário em questão, o NCA assume o valor do L_{ra} (ABNT, 2000a). Este é o grande problema identificado por algumas Secretarias de Meio Ambiente, tendo em vista que os níveis de ruído ambiente em suas cidades são, na maioria dos casos, superior àqueles estabelecidos.

De acordo com WHO (1999) esse é um problema comumente encontrado em países em desenvolvimento e, portanto, torna-se necessário questionar se os níveis critérios

adotados deverão refletir um nível ótimo, necessário a proteção da saúde humana, tendo em vista que este objetivo é improvável de ser alcançado, a curto ou médio prazo, com os recursos disponíveis ou refletir um nível que não é ótimo, mas que possa ser atingido diante das condições tecnológicas, sócio-econômicas e políticas do país. Todavia, considerando-se um horizonte de longo prazo, ações devem ser tomadas visando o atendimento do nível ótimo.

O item Relatório de ensaio compreende as informações mínimas que devem ser contempladas na emissão de um relatório, tais como:

- marca, tipo ou classe e número de série de todos os equipamentos de medição utilizados;
- data e número do último certificado de calibração de cada equipamento de medição;
- desenho esquemático e/ou descrição detalhada dos pontos de medição;
- horário e duração das medições do ruído;
- nível de pressão sonora corrigido (Lc), indicando as correções aplicadas;
- nível de ruído ambiente; e
- valor do nível critério de avaliação (NCA) aplicado para a área e o horário da medição.

- **NBR 10152 – Níveis de Ruído para Conforto Acústico**

Esta norma, de dezembro de 1987, remetida pela Resolução CONAMA 001, de 2 de março de 1990, ainda está passando por um processo de revisão que se iniciou junto com o da NBR 10151, no ano de 1998, no âmbito da CE – 02:135:01 – Desempenho Acústico nas Edificações do Comitê Brasileiro da Construção Civil (COBRACON) – CB 02/ABNT.

Esse atraso se deveu a falta de periodicidade na realização das reuniões e a grande rotatividade dos participantes. Isto se explica pelo fato de não existir mais verba disponível para cobrir os custos envolvidos no processo, notadamente aqueles relacionados a despesas com passagens aéreas. Em outras palavras as despesas ocasionadas pela participação de cada membro nestas reuniões ficavam a seu encargo.

Desta forma, a fim de conseguir reunir um maior número de participantes com um custo mais baixo, estas passaram a ser realizadas em São Paulo.

A 17ª Reunião da CE ocorreu em 3/10/2003 e a 18ª foi realizada 5/12/2003, durante a qual pretendia-se encerrar os trabalhos da comissão e propor que a norma fosse colocada para consulta pública. Não obstante, isto não ocorreu e foi marcada uma nova reunião para 03/03/2004, em função da polêmica gerada com a revisão desta norma. A versão antiga fixava os níveis de ruído (em dB(A) e NC) compatíveis com o conforto acústico em ambientes diversos. Estes níveis se encontram apresentados no Quadro 67.

Contemplava, ainda, um anexo que incluía uma figura contendo curvas de avaliação de ruído (NC) – com as quais um espectro sonoro pode ser comparado, permitindo uma identificação das bandas de freqüência mais significativas e que necessitam de correção ou redução do nível sonoro; e uma tabela com os níveis de pressão sonora correspondentes. A nova versão, até a presente data, teve seu nome modificado, passando a ser denominada – Acústica – Medição e avaliação de ruído em ambientes internos.

Com relação ao seu objetivo a norma anterior fixava os níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico em ambientes diversos (ABNT, 1987a). A nova versão estabelece critérios e métodos para avaliar conforto acústico, quanto ao ruído ambiente, em recinto de uma edificação, tomando por base a sua finalidade de uso (ABNT, 2004).

Quadro 67 - Valores dB (A) e NC

Locais	dB(A)	NC
Hospitais		
Apartamentos, Enfermarias, Berçarios, Centros cirúrgicos	35 - 45	30 - 40
Laboratórios, Áreas para uso do público	40 - 50	35 - 45
Serviços	45 - 55	40 - 50
Escolas		
Bibliotecas, Salas de música, Salas de desenho	35 - 45	30 - 40
Salas de aula, Laboratórios	40 - 50	35 - 45
Circulação	45 - 55	40 - 50
Hotéis		
Apartamentos	35 - 45	30 - 40
Restaurantes, Salas de Estar	40 - 50	35 - 45
Portaria, Recepção, Circulação	45 - 55	40 - 50
Locais (cont.)	**dB(A)**	**NC**
Residências		
Dormitórios	35 - 45	30 - 40
Salas de estar	40 - 50	35 - 45
Auditórios		
Salas de concertos, Teatros	30 - 40	25 - 30
Restaurantes	40 - 50	35 - 45
Escritórios		
Salas de reunião	30 - 40	25 - 35
Salas de gerência, Salas de projetos e de administração	35 - 45	30 - 40
Salas de computadores	45 - 65	40 - 60
Salas de mecanografia	50 - 60	45 - 55
Igrejas e Templos (Cultos meditativos)	40 - 50	35 - 45
Locais para esporte		
Pavilhões fechados para espetáculos e atividades esportivas	45 - 60	40 - 55

Notas: a) O valor inferior da faixa representa o nível sonoro para conforto, enquanto que o valor superior significa o nível sonoro aceitável para a finalidade.
b) Níveis superiores são estabelecidos nesta tabela são considerados de desconforto, sem necessariamente implicar risco de dano à saúde (ver Nota a do Capitulo 1).
Fonte: ABNT, 1987.

Os critérios são de dois tipos, descritos a seguir, e se aplicam, exclusivamente, a recintos destinados a repouso, estudo, trabalho intelectual e lazer de residências, escritórios, hospitais e escolas (ABNT, 2004):

1. Critérios utilizando valores de Nível de Pressão Sonora Equivalente ponderados em “A” - dB(A), para recintos sem ocupação, apresentados numa tabela do Anexo A. Estes valores não serão mais estabelecidos por uma faixa, e sim, por valores máximos admissíveis, conforme mostrado no Quadro 66 extraída da última versão; e

2. Critérios determinados a partir de valores de Nível de Pressão Sonora Equivalente em faixas de freqüências – NC, apresentados no Quadro 67. A

norma, também, apresenta figura contendo a família de curvas NC para a avaliação de ruído em ambientes.

Os métodos de avaliação do conforto acústico são baseados nos dois tipos de critérios estabelecidos, a partir de uma comparação com os níveis critérios de avaliação dispostos nos Quadros 68 e 69 (ABNT, 2004).

A norma ainda apresenta os procedimentos de medição a serem utilizadas em cada caso, bem como, o conteúdo mínimo necessário para se emitir o relatório de avaliação.

Quadro 68 - Níveis Critérios de Avaliação de Ruído Interno - NCA i , por valores máximos, para Recintos de Edificações, sem ocupação, conforme sua finalidade de uso

Finalidade de uso do recinto	**NCA_i em dB(A)** (Ver ex. utilização em 4.2)	**NCA_i em NC** (Ver ex.utilização em 4.2)
Escolas, creches		
Salas de aula, laboratórios	45	30
Berçários e creches	45	30
Escritórios		
Escritórios privativos	45	30
Escritórios para atividades diversas	55	40
Salas de reunião	45	30
Hospitais, consultórios		
Quartos (individuais e coletivos)	45	30
Consultórios	45	30
Centro cirúrgico	45	30
Laboratórios	50	35
Corredores	50	35
Recepção, salas de espera	55	40
Hotéis		
Apartamentos	45	30
Sala de espera, restaurante	50	35
Corredores, recepção	55	40
Residências		
Dormitórios	45	30
Salas de estar	50	35
Salas de música, TV, home theater	50	35

Fonte: ABNT, 2004.

Quadro 69 - Níveis de Pressão Sonora correspondentes às Curvas *NC*

Valor *NC*	Freqüência (Hz)							
	63	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**
NC-15	47	36	29	22	17	14	12	11
NC-20	51	40	33	26	22	19	17	16
NC-25	54	44	37	31	27	24	22	21
NC-30	57	48	41	35	31	29	28	27
NC-35	60	52	45	40	36	34	33	32
NC-40	64	56	50	45	41	39	38	37
NC-45	67	60	54	49	46	44	43	42
NC-50	71	64	58	54	51	49	48	47
NC-55	74	67	62	58	56	54	53	52
NC-60	77	71	67	63	61	59	58	57
NC-65	80	75	71	68	66	64	63	62
NC-70	83	79	75	73	71	69	68	67

Fonte: ABNT. 2004.

2. Esfera municipal

2.1. Certidão de tratamento acústico

A Secretaria Municipal de Florianópolis exige que os proprietários de estabelecimentos comerciais (bares e restaurantes) solicitem a certidão de tratamento acústico à Fundação Municipal de Meio Ambiente de Florianópolis (FLORAM). Para a sua obtenção tem que ser apresentado laudo técnico de tratamento acústico, assinado por técnico especializado (FLORIANÓPOLIS, 1999).

2.2. Alvará de Funcionamento

Na cidade de São Paulo os estabelecimentos que emitem ruído, de acordo com a Lei 11.501, de 11/04/94, devem apresentar laudo técnico para a concessão do alvará (SÃO PAULO, 1994).

2.3. Estudo prévio de Impacto de Vizinhança (EIV)

A Lei 10.257, de 10 de julho de 2001, denominada Estatuto da Cidade, instituiu o EIV como um dos instrumentos de Política Urbana. Segundo o Art. 36, “lei municipal definirá as atividades privadas ou públicas em área urbana que dependerão de elaboração de estudo prévio de Impacto de Vizinhança (EIV) para obter as licenças ou

autorizações de construção, ampliação ou funcionamento a cargo do Poder Público municipal”. Estabelece, ainda, no Art. 37, que o estudo “...será executado de forma a contemplar os efeitos positivos e negativos do empreendimento ou atividade quanto à qualidade de vida da população residente na área e suas proximidades...”. Portanto, os efeitos desencadeados pelo ruído emitido por determinados empreendimentos devem ser contemplados em tais estudos (BRASIL, 2001).

Apêndice 9.14

Instrumentos Legais no Brasil – Poluição Sonora

1. Esfera Federal

1.1. Inquérito Civil Público por meio da Ação Civil Pública (Lei 7347/85)

Por constituir-se em um problema jurídico de natureza difusa a poluição sonora deve ser controlada pelo poder público e pela sociedade. Individualmente, com ações judiciais de cada prejudicado, ou coletivamente, por intermédio de ação civil pública, requerendo a garantia do direito ao sossego público, resguardado pela Constituição Federal que estabelece, no artigo 225, "ser direito de todos o meio ambiente equilibrado" (SANTOS, 2001).

Não se dispõe de dados organizados sobre o número de inquéritos civis públicos solicitado ao Ministério Público, Federal e Estadual. Sabe-se apenas que, no Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro, este número é significativo, levando-o a propor à COPPE/UFRJ a realização de convênio ou projeto específico para colaborar na resolução das ações.

É provável que algum destes inquéritos poderiam ser "encurtados" ou mesmo evitados se existisse a figura de um mediador, tendo em vista que, algumas vezes, são problemas de simples solução.

1.2. Código de Defesa do Consumidor (Lei 8.078/90)

O Art. 10 do Código proíbe o fornecimento de produtos ou serviços potencialmente nocivos e prejudiciais à saúde. Assim qualquer produto que produza poluição sonora pode ser enquadrado (SANTOS, 2001).
Dentre os produtos que produzem níveis de ruído elevado pode-se citar alguns brinquedos infantis ou mesmo aparelhos eletrodomésticos, que já são sujeitos à aposição de selo ruído, de acordo com a Resolução CONAMA 020/94 (apresentada adiante).

Todavia, atualmente, somente os liquidificadores e secadores de cabelo estão recebendo este selo.

1.3. Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras (SLAP)

Na esfera federal a competência para o licenciamento ambiental, monitoramento, fiscalização e controle ambiental é atribuída ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Assim compete ao IBAMA exigir a realização de Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e os respectivos Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA) no processo de licenciamento de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos naturais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental com significativo impacto ambiental, de âmbito nacional ou regional.

Para alguns destes empreendimentos e atividades, listadas no Anexo 1 da Resolução CONAMA 237/97, dependendo de suas características relativas a emissão sonora da fonte, bem como dos seus possíveis impactos tanto na fase de implantação quanto na de operação, são exigidos estudos de impacto ambiental sonoro no âmbito dos EIAs/RIMAs.

Contudo, muitos dos Estudos Ambientais realizados são incipientes, não cobrindo os possíveis impactos, notadamente na fase de implantação do empreendimento. Ou, ainda pior, como pôde ser constatado em alguns estudos, apenas dizem que os níveis de ruído atenderão à Resolução CONAMA 001/90.

Um outro problema identificado é que a maioria dos empreendimentos não possui os dados de potência acústica dos equipamentos a serem implantados, levando o consultor a buscar dados semelhantes em outras fontes, ou, ainda, a utilizar métodos empíricos.
Ademais, verifica-se que algumas das legislações apresentam problemas intrínsecos da natureza da engenharia acústica, ou não são harmonizadas com a legislação federal. Exemplo notório é a legislação aeronáutica relativa a poluição sonora no entorno de aeroportos, que utiliza uma métrica distinta da métrica adotada na legislação federal.

O instrumento legal norteador para a realização do EIA sonoro é a Resolução CONAMA 001/90, além das legislações estaduais ou municipais onde se implantará o empreendimento. Contudo, a Resolução remete a uma Norma da ABNT que não se configura como uma norma voltada para fins de planejamento (o texto apresentado adiante detalha este aspecto).

No final do ano de 1989 o IBAMA coordenou a realização de uma reunião da qual participaram profissionais (setores governamentais relacionados, de alguma forma, à área de ruído e da Sociedade Brasileira de Acústica – SOBRAC) para discutir as ações a serem implementadas, considerando a lacuna existente na legislação ambiental sonora brasileira. Até então a legislação existente constituía-se na Portaria 92, de 19 de junho de 1980, de difícil entendimento e aplicação, além de ser considerado um diploma legal ineficaz, pois este era facilmente contornado (ARAÚJO, 2000a). Cumpre ressaltar que essa Portaria remetia a uma Norma da ABNT – NB 95 – “Níveis de Conforto Acústico” (atual NBR 10152 – Níveis de Conforto Acústico) e, nos casos específicos de emissão de ruído veicular e no ambiente do trabalho, respectivamente, a normas específicas expedidas pelo Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), e pelo órgão competente do Ministério do Trabalho.

Das discussões havidas decidiu-se elaborar uma legislação que fizesse referência a uma norma técnica, o que possibilitaria que qualquer modificação introduzida se desse no texto da norma e não no da Lei, deslocando o processo de modificação para um fórum técnico de engenharia acústica. Além disto, em 1987, havia sido publicada a Norma ABNT 10151 — “Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade”, produzida a partir da Norma ISO 1996 (ARAÚJO, idem).

Decidiu-se, também, pela criação de um programa permanente de combate a poluição sonora que abrangesse questões relativas ao controle do ruído ambiental e a educação da população, informando-a sobre os efeitos adversos do ruído, causados à saúde e ao bem-estar, devido a uma exposição a níveis de ruído elevados (ARAÚJO, idem).

Assim seriam elaborados dois documentos a serem submetidos ao CONAMA, visando a materialização dos mesmos em Resoluções que teriam força de lei (ARAÚJO, idem). Em 8 de março de 1990, após a apreciação do CONAMA, tais documentos vieram a se

constituir nas duas primeiras Resoluções, a CONAMA 001/90 e a 002/90, exclusivamente relacionadas ao ruído ambiental.

1.4 Resoluções relativas a ruído ambiental

- **Resolução CONAMA 001/90**

Considerando que:

> "*os problemas dos níveis excessivos de ruídos estão incluídos entre os sujeitos ao Controle da Poluição do Meio Ambiente;*
> *a deterioração da qualidade de vida, causada pela poluição, está sendo continuamente agravada nos grandes centros urbanos*" (BRASIL, 1990a).

estabelece:

> "*I - A emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política, obedecerá, no interesse da saúde, do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos nesta Resolução;*
>
> *II - São prejudiciais à saúde e ao sossego público, para os fins do item anterior, os ruídos com níveis superiores consideráveis aceitáveis pela Norma NBR 10151, Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da Associação Brasileira das Normas Técnicas - ABNT;*
>
> *III - Na execução dos projetos de construção ou de reformas de edificações para atividades heterogêneas, o nível de som produzido por uma delas não poderá ultrapassar os níveis estabelecidos pela NBR 10152 - Níveis de Ruído para Conforto Acústico;*
>
> *IV - A emissão de ruídos produzidos por veículos automotores e os produzidos no interior de ambientes de trabalho, obedecerão às normas expedidas, respectivamente, pelo Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN, e pelo órgão competente do Ministério do Trabalho;*

V - As entidades e órgãos públicos (federais, estaduais e municipais) competentes, no uso do respectivo poder de polícia, disporão de acordo com o estabelecimento nesta Resolução, sobre a emissão ou proibição da emissão de ruídos produzidos por quaisquer meios ou de qualquer espécie, considerando sempre os locais, horários e a natureza das atividades emissoras, com vistas a compatibilizar o exercício das atividades com a preservação da saúde e do sossego público.

VI - Para os efeitos desta Resolução, as medições deverão ser efetuadas de acordo com a NBR 10151 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da ABNT;

VII - Todas as normas reguladoras da poluição sonora, emitidas a partir da presente data, deverão ser compatibilizadas com a presente Resolução" (BRASIL, 1990a).

Como se pode ver esta primeira Resolução nos remete, assim como a Portaria 92/80, a uma norma. A NBR 10152 – "Níveis de Ruído para Conforto Acústico", referida na Resolução, era, na época, a versão mais atualizada da NB 95, citada na Portaria. Atualmente esta se encontra em processo de revisão, conforme será comentado adiante. Acredita-se que tal norma não deveria ser remetida por esta Resolução, tendo em vista que ela preconiza níveis de ruído para conforto acústico que são níveis estabelecidos para fins de projeto acústico, extraídos de literatura cientifica internacional. Em reuniões realizadas durante as discussões de revisão das Normas NBR 10151 e 10152 foi comentado que a inclusão de tal norma teria sido um erro de redação e que seria muito difícil alterar a Resolução CONAMA. Entretanto, existem posições favoráveis a sua permanência no texto.

A outra norma citada pela CONAMA 001/90 é a NBR 10151 – "Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade (versão 1987)", que tem seu conteúdo baseado na Norma ISO 1996, e sofreu revisão no ano de 2000.

É relevante para o objeto central da Tese observar-se que a Resolução 001/90 não é enfática em se tratando de ruído emitido pelos meios de transporte, que é considerado como um dos principais problemas de poluição sonora nas cidades e que exclui a sua

competência quanto à limitação da emissão de ruído produzido por veículos automotores. Não obstante, como será posteriormente indicado, esta situação é revertida no que se refere apenas a emissão sonora de veículos automotores, pela emissão de Resoluções específicas.

Outra questão importante é a necessidade da harmonização da totalidade das normas de poluição sonora serem criadas decorrentes da Resolução 001/90. Também a questão da atribuição de responsabilidades, sobre a emissão ou a proibição de ruídos, cujos níveis critérios limites e procedimentos de medição, estabelecidos na NBR 10151 (remetida por esta Resolução), às entidades e órgãos públicos competentes em todos os níveis da Federação. Em outras palavras qualquer legislação criada ou mesmo alterada em qualquer esfera da União, a partir da entrada em vigor desta Resolução, terá que ser harmonizada com os procedimentos de medição e os níveis critérios estabelecidos na NBR 10151. As autoridades, no uso dos seus respectivos poderes de polícia, farão com que ela seja cumprida. Assim pode-se dizer que a norma ABNT NBR 10.151 constitui-se, na prática, a Lei Federal que rege as matérias relacionadas com a poluição sonora.

- **Resolução CONAMA 002/90**

Esta Resolução institui o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora, denominado "Programa Silêncio", coordenado pelo IBAMA, com os seguintes objetivos:

> "*a) Promover cursos técnicos para capacitar pessoal e controlar os problemas de poluição sonora nos órgãos de meio ambiente estaduais e municipais em todo o país;*
>
> *b) Divulgar junto à população, através dos meios de comunicação disponíveis, matéria educativa e conscientizadora dos efeitos prejudiciais causados pelo excesso de ruído;*
>
> *c) Introduzir o tema "poluição sonora" nos cursos secundários da rede oficial e privada de ensino, através de um Programa de Educação Nacional;*
>
> *d) Incentivar a fabricação e uso de máquinas, motores, equipamentos e dispositivos com menor intensidade de ruído quando de sua utilização na indústria, veículos em geral, construção civil, utilidades domésticas, etc.;*

e) Incentivar a capacitação de recursos humanos e apoio técnico e logístico dentro da polícia civil e militar para receber denúncias e tomar providências de combate à poluição sonora em todo o Território Nacional;

f) Estabelecer convênios, contratos e atividades afins com órgãos e entidades que, direta ou indiretamente, possa contribuir para o desenvolvimento do Programa Silêncio" (BRASIL, 1990b).

Sem dúvida este Programa apresentou contribuição decisiva na área de controle de ruído no país, implicando na elaboração de novas normas, na construção de laboratórios de acústica e numa maior conscientização da população com relação a poluição sonora, esta evidenciada pelo aumento de reclamações e de ações judiciais. Também aumentou o número de profissionais atuantes na área de acústica. Diversas prefeituras elaboraram novas leis ou implementaram as existentes. O número de equipamentos de medição cresceu, bem como o número de representantes, no país, de fabricantes estrangeiros destes equipamentos (ARAÚJO, 2000a).
Várias ações foram impetradas para que os objetivos pretendidos na Resolução fossem alcançados. Todavia, apesar do sucesso, muitas ações ainda não conseguiram êxito em sua totalidade e algumas ainda precisam ser tomadas, notadamente quando se compara, por exemplo, com o que foi e continua a ser realizado na CE.

O objetivo de promoção de cursos técnicos para capacitar pessoal e controlar os problemas de poluição sonora, nos órgãos de meio ambiente estaduais e municipais em todo o país, ainda não teve êxito total, talvez pela não sistematização da realização dos mesmos. Muitos órgãos ambientais ainda hoje não possuem pessoal técnico qualificado (mesmo os OEMAs que receberam treinamento dado pelo IBAMA em conjunto com o INMETRO) ou não são equipados com instrumentação adequada (apesar de muitos OEMAs terem equipamentos fornecidos pelo IBAMA). As funções realizadas resumem-se, em nível estadual, ao licenciamento de atividades potencialmente poluidoras e ao atendimento as reclamações relacionadas às atividades industriais em fase operacional. Em nível municipal, a legislar sobre os níveis critérios de ruído em função do zoneamento urbano, quando existente e no atendimento as reclamações relacionadas a todos os tipos de atividades, com exceção daquelas advindas de ruído de tráfego e de vizinhança.

É bem verdade que alguns estados e municípios brasileiros estão impetrando outras ações específicas, como, por exemplo, a ação pioneira do Rio de Janeiro no sentido de implantar no sistema de licenciamento anual veicular – controle das emissões atmosféricas, a realização do controle das emissões sonoras nas proximidades do sistema de escapamento dos veículos (instituída pela Resolução CONAMA 252, de 01 de fevereiro de 1999).

Outro exemplo é a ação do município de Belo Horizonte que, em 25 de julho de 2001, promulgou a Lei 8.204, que dispõe sobre o monitoramento do ruído, visando a implantação gradual de rede de monitoramento da poluição sonora com a finalidade de fazer medição periódica dos níveis de sons e ruídos na cidade, bem como a aplicação de medidas que visem a atenuação dos níveis de sons e ruídos no local onde, após se realizarem mais de duas medições durante o dia, forem constatados níveis em desacordo com os padrões estabelecidos pelo Executivo (BELO HORIZONTE, 2001). Outra ação deste Município, foi a criação de um Grupo de Trabalho, Portaria SCOMURBE 11, de 07 de junho de 2002, para estabelecer normas e procedimentos sobre a poluição sonora referente a ruído e vibração (BELO HORIZONTE, 2002).

A Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo, em outubro de 2001, apresentou o projeto de Regulamentação para Mitigação de Ruído em Áreas Lindeiras de Rodovias, visando a aplicação de limites de nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}) para novas rodovias. Entretanto, não se tem informação atualizada do atual estágio de implantação deste projeto (SÃO PAULO, 2001).

A divulgação de matéria educativa e conscientizadora dos efeitos prejudiciais pelo excesso de ruído, nos meios de comunicação, pode-se dizer que tenha ocorrido, porém, de forma pontual no tempo, ou seja, não houve continuidade. Acredita-se que a maioria da população ainda não tenha conhecimento sobre os efeitos causados pelo pela poluição sonora, apesar do grande número de reclamações recebidas nas Secretarias de Meio Ambiente dos Municípios Brasileiros. Caso seja feita uma pesquisa nessas Secretarias é provável que a poluição sonora concentre o maior número de reclamações comparativamente a outras formas de poluição.

Uma forma de matéria educativa e conscientizadora, indiretamente adotada, foi a aposição do Selo Ruído em eletrodomésticos, instituído pela Resolução CONAMA 020/94, possibilitando uma maior familiarização da população com os níveis de ruído em decibéis.

A proposta de introdução do tema “poluição sonora” nos cursos secundários da rede oficial e privada de ensino, no contexto de um Programa de Educação Nacional, não ocorreu em nível da nação. O que tem se verificado é a introdução do tema meio ambiente, devido à grande importância dada às questões ambientais no Brasil, notadamente, após a RIO 92.

Quanto ao incentivo a fabricação e uso de máquinas, motores, equipamentos e dispositivos com menor intensidade de ruído, uma primeira reunião foi organizada pelo IBAMA e o INMETRO, em 1993, com o objetivo de discutir a implantação de um programa de Selo Ruído com os fabricantes de eletrodomésticos. Estes não se mostraram receptivos a idéia de etiquetar seus produtos, devido aos custos que envolveriam a redução da emissão sonora dos mesmos. Desta forma, após muitos esforços, identificou-se a necessidade do uso de um instrumento legal para que o programa iniciasse efetivamente (ARAÚJO, 2000a). Assim, o programa específico, para atender aos objetivos do Programa Silêncio, que deveria ter caráter voluntário, passou a ser compulsório, sendo o objeto da Resolução CONANA 020, de 07 de dezembro de 1994.

Outras Resoluções se sucederam até a presente data, porém, a maior parte delas relativas a emissão sonora de veículos automotores, no que diz respeito, principalmente, a homologação e emplacamento dos mesmos. É o que se descreve adiante no item 1.3.2.

1.5 Resoluções relativas à emissão de ruído veicular

As primeiras Resoluções do CONAMA relativas a emissão sonora veicular (Resoluções CONAMA 001 e 002) foram publicadas em 11/02/93, tomando como referência os limites máximos estabelecidos para veículos de quatro rodas e de duas rodas e assemelhados às Diretivas da Comunidade Européia que regiam a matéria. Estas

Resoluções substituíram a Resolução do CONTRAN e encontram-se resumidas no Apêndice 9.15. Elas são:

- Resolução CONAMA 006, de 31/08/93;
- Resolução CONAMA 007, de 31/08/93;
- Resolução CONAMA 008, de 31/08/93;
- Resolução CONAMA 017, de 31/12/95;
- Resolução CONAMA 230, de 22/08/97;
- Resolução CONAMA 256, de 30/07/99;
- Resolução CONAMA 268, de 14/09/00;
- Resolução relativa à emissão de outras fontes de ruído.

Atualmente, os limites máximos para os veículos automotores com o veículo em aceleração estabelecidos na Resolução CONAMA 001/93 tornaram-se ainda mais restritivos na Resolução CONAMA 272, de 14/09/00, igualando-os, inclusive, aos limites impostos na CE.

A Resolução CONAMA 252/99 estabelece limites máximos de ruído nas proximidades do escapamento, para fins de inspeção obrigatória e fiscalização de veículos em uso. De acordo com essa Resolução a responsabilidade pela inspeção e fiscalização em campo dos níveis de emissão de ruído dos veículos em uso é atribuída aos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente e aos órgãos a eles conveniados, especialmente os de trânsito (BRASIL, 1999a).

A fim de atender a essa Resolução a FEEMA – OEMA/RJ, celebrou convênio com o DETRAN/RJ , no qual a área ambiental atua como órgão técnico e coordenador, a fim de orientar o desenvolvimento das avaliações de gases e ruído veicular (FEEMA, 2002).

No que diz respeito ao ruído a FEEMA deu início às avaliações em veículos na condição parado, de acordo com a norma NBR 9714, em diversos postos do DETRAN, a fim de obter um número significativo de avaliações, bem como acompanhar os procedimentos utilizados e identificar possíveis problemas decorrentes desta avaliação (FEEMA, 2002). Dentre os principais problemas identificados, a equipe destacou:

- a dificuldade de garantir a diferença de 10 dB(A) entre o ruído de fundo e os níveis de ruído medidos nos veículos avaliados (conforme preconizado na NBR 9714), principalmente se estes veículos forem novos. Isto se deve ao elevado nível de ruído de fundo encontrado nos postos onde as medições são efetuadas;
- a presença de ruídos intrusos (ruído de passagem de aeronaves ou, até mesmo, de outros veículos sendo submetidos ao processo de avaliação), invalidando a série de medições prevista no item 6.1 da referida norma, provocando novo procedimento;
- a dificuldade de estabilização da rotação do motor do veículo, utilizada como referência para a avaliação e início de séries de medição;
- a inadequação dos transdutores para captação da rotação do motor das motocicletas.

Diante destes problemas relatados a equipe propôs uma série de medidas, descritas a seguir:

- construção de uma cabina piloto somente para medições de ruído veicular;
- realização de um exame e/ou uma reavaliação do fluxo lógico utilizado pela empresa *Sun Electric* do Brasil, que presta serviço para o DETRAN;
- utilização de um transdutor de rpm que possibilite a medição em motocicletas e assemelhados;
- modificação, após uma discussão técnica maior e caso se alcance um consenso, da norma NBR 9714.

Tais proposições foram discutidas num fórum maior na sede da FEEMA e do DETRAN e decidiu-se que, neste ano (2004) será construído um posto padrão na área dos laboratórios da FEEMA, localizados na Barra da Tijuca.

1.6 Resolução CONAMA 020, de 07 de dezembro de 1994

Esta Resolução institui o Selo Ruído, como forma de indicação do nível de potência sonora, medido em decibel - dB(A), de uso obrigatório, para aparelhos eletrodomésticos, que venham a ser produzidos, importados e que gerem ruído no seu funcionamento (BRASIL, 1994b).

Essa Resolução CONAMA suscitou a elaboração de diversas Normas ABNT para realização dos ensaios e para determinação dos níveis de potência sonora, tais como os apresentado no Apêndice 9.12. Todavia, atualmente, o Selo Ruído só se aplica a secadores de cabelo e liquidificadores, como comentado anteriormente. Há uma previsão que a partir de 2004 venha a ser estendido a aspiradores de pó.

Existem ainda outras Normas ABNT, relativas principalmente a medição de emissão de outras fontes de ruído citadas no Apêndice 9.15.

1.7 Legislações relativas à regulamentação do uso do solo no entorno de aeroportos e à emissão sonora de aeronaves

A legislação federal relativa a ruído aeronáutico centra-se fundamentalmente nas questões de regulamentação do uso do solo no entorno dos aeroportos brasileiros e de regulamentação relativa a restrições quanto a operação de aeronaves ruidosas no território nacional.

- **Portaria MAer 1.141/GM5, de 8 dezembro de 1987**

A regulamentação do uso do solo no entorno de aeroportos é abordada legalmente no país, desde maio de 1979, no Decreto 83.399 e, posteriormente, pelo Decreto 889431, de março de 1984, os quais introduzem o Zoneamento do Ruído, definindo novas restrições ao uso do solo nas áreas vizinhas dos aeroportos, em função do nível de incômodo ali percebido (IAC, 2000).

Esses Decretos foram substituídos pela Lei 7.565 – Código Brasileiro de Aeronáutica, de 19 de dezembro de 1986, regulamentada pela Portaria 1141/GM5, de 8 dezembro de 1987 (IAC, 2000).

Essa Portaria dispõe sobre Zonas de Proteção e aprova o Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos, o Plano Básico de Zoneamento de Ruído, o Plano Básico de Zona de Proteção de Helipontos e o Plano de Zona de Proteção de Auxílios à Navegação Aérea e dá outras providências (BRASIL, 1987).

De acordo com o Capítulo XII, dessa Portaria, o Plano de Zoneamento de Ruído é estabelecido segundo a categoria de pista (esta varia de pista de aviação regular, de grande porte, de alta densidade – Categoria I, a pista de pequeno porte – Categoria VI), e em função das normas de aproveitamento do uso do solo nas Áreas I, II e III. As definições das categorias de pista, das Áreas I, II e III, além dos usos do solo permitidos em cada uma das Áreas encontram-se no Apêndice 9.13.

Essas Áreas encontram-se delimitadas pelas Curvas de Nível de Ruído 1 e 2 que "são linhas traçadas a partir dos pontos nos quais o nível de incômodo é igual a um valor predeterminado e especificado pelo Departamento de Aviação Civil (DAC), em função da utilização prevista para o aeródromo" (BRASIL, 1987). O nível de incômodo sonoro representado pela Curva de Nível de Ruído 1 é maior do que o representado pela Curva de Nível de Ruído 2.

Os Planos Básicos de Zoneamento de Ruído são aplicados em aeroportos de pequeno e médio porte (aeródromos que contenham pistas de Categoria II, III, IV, V e VI), onde não existem áreas densamente povoadas. Nestes planos as Curvas de Ruído 1 e 2 são pré-estabelecidas em função da categoria da pista (inferior a 6.000 movimentos anuais) e do tipo de aviação prevista para a operação, considerando-se um horizonte de vinte anos (COSTA, 2002). Os parâmetros para a elaboração das mesmas são especificados e encontram-se no Apêndice 9.13.

Os Planos Específicos de Zoneamento de Ruído são obrigatórios para os aeródromos que contenham pistas de Categoria I e o tipo de aviação que neles operem não se enquadrar em determinadas categorias, descritas na Portaria, ou para os aeródromos que, a critério do DAC, apresentem condições particulares, em substituição ao Plano Básico de Zoneamento de Ruído (BRASIL, 1987).

Nesse caso, as Curvas de Ruído 1 e 2 são determinadas em função do movimento anual; tipologia de aeronaves; rotas e procedimentos; distribuição de movimentos por cabeceira; e do percentual de vôos noturnos, entre outros (COSTA, 2002).

O DAC e a INFAERO adotam como valores das Curvas de Ruído 1 e 2 os níveis de DNL de 75 dB e 65 dB, respectivamente. Atualmente não se conhece legislação brasileira que fixe estes valores.

Cumpre ressaltar que esses valores são adotados também, pela *The Federal Aviation Administration* (*FAA)* dos EUA. De acordo com a FAA (apud SCHOMER, 2001) o nível de DNL 65 estabelecido para a Curva 2 é o nível critério mínimo recomendado para a avaliação de impactos ambientais sonoros em áreas residenciais, independentemente do tipo de área residencial.

Outros organismos nos EUA, como por exemplo *The US Environmental Protection Agency* (*US/EPA),* recomenda o nível critério de DNL 55, como o nível requisitado para a proteção da saúde e bem-estar com adequada margem de segurança (SCHOMER, 2001).

Internacionalmente outros organismos propõem níveis ainda mais baixos, considerando-se áreas residenciais, como é o caso da OMS, considerada uma autoridade no estabelecimento de níveis aceitáveis de poluentes, que recomenda um L_{eq} de 55 dB, para um período diurno de 16 horas e um L_{eq} noturno de 45 dB, a fim de prevenir sérios incômodos. Estes níveis correspondem aproximadamente a um nível de DNL igual a 55 dB. Para prevenir incômodo recomenda um L_{eq} diurno de 50 dB e um L_{eq} noturno de 40 dB, que correspondem, aproximadamente, a um nível de DNL igual a 50 dB (SCHOMER, 2001).

Pelo exposto os níveis 75 DNL e 65 DNL, adotados aqui no Brasil pela INFRAERO e pelo DAC e nos Estados Unidos pela FAA, são níveis elevados, considerando os níveis internacionalmente recomendados ou mesmo adotados em diferentes países.

A Portaria determina, ainda, que na Área 2 (compreendida entre as Curvas de Ruído 1 e 2) não é permitido a implantação ou desenvolvimento de atividades residencial, de saúde, educacional, dentre outras, e na Área 3, as eventuais restrições ao uso do solo são estabelecidas em Plano Específico de Zoneamento de Ruído (BRASIL, 1987).

Contudo, considerando os níveis recomendados, a proibição da implantação ou desenvolvimento de atividades residencial e outras citadas na Portaria deveria ser estendida a parte da Área 3, inclusa numa Curva de Ruído hipotética, de valor igual, no mínimo, a 55 DNL.

Acredita-se que a situação é ainda agravada pelo fato de que, na prática, nas Áreas 1 e 2, observando as curvas de ruído geradas para muitos aeroportos, encontram-se inseridas atividades não permitidas, notadamente atividades residenciais.

Este fato mostra que ocorre falha na fiscalização que é de competência dos Comandos Aéreos Regionais (COMAR), em conjunto com as entidades municipais, estaduais e federais competentes, de acordo com a Portaria. Além disto, segundo COSTA (2000), "...um grande número de municipalidades não tem incorporado nas suas legislações as restrições necessárias à preservação dos sítios aeroportuários".

Por outro lado, a atual legislação federal e as legislações municipais relativas à poluição sonora estabelecem níveis critérios de ruído diferenciados para distintas zonas residenciais. Muitas vezes tais níveis critérios são conflitantes com os valores de 75 DNL e 65 DNL atribuídos às curvas de ruído dos aeroportos, além das métricas utilizadas serem distintas.

A Portaria 1141/GM5 também estabelece a obrigatoriedade de execução de Plano Básico de Zoneamento de Ruído de Heliponto. Nela são mostradas as Curvas de Nível de Ruído 1 e 2 a serem obedecidas quando de sua elaboração, apresentadas no Apêndice 9.16.

Todavia, um dos maiores problemas relacionado ao ruído emitido por helicópteros é este ser distinto daquele relacionado à aeronaves, tendo em vista que, normalmente, trafegam em baixas altitudes, fazendo com que o ruído emitido durante o vôo possa ser fonte de incômodo à população sobre a qual sobrevoam.

- **Outras Portarias do MAer e da Defesa Civil**

A primeira regulamentação relativa a restrições quanto a operação de aeronaves ruidosas no território nacional é datada de 06 de fevereiro de 1984, quando da aprovação da Portaria 0220/GM5, que tratava das aeronaves *Non Noise Certificated (*NNC). Em outras palavras, de aeronaves que não atendiam ao Volume 1, *Aircraft Noise*, do Anexo 16 à Convenção em Aviação Civil Internacional, da Organização de Aviação Civil Internacional (OACI), que é o documento oficial para a homologação de aeronaves subsônicas a jato e a hélice e helicópteros (IAC, 2000).

Esta portaria previa a proibição total destas aeronaves em 01 de janeiro de 1996. Todavia, outras portarias subseqüentes como a 0819/GM5, de 30 de outubro de 1985, e a 628/GM5 postergaram esta data para 01 de janeiro de 1998 e a Portaria 13/GM5, de 05 de janeiro de 1994, dilatou ainda mais este prazo para 31 de dezembro de 2000, conforme mostrado no Quadro 64.

Quadro 64 – Evolução da Legislação quanto às Restrições à Operação das Aeronaves NNC

Portaria	Data limite Matrícula	Início das restrições	Proibição total (H24) aeroportos seletivos	Proibição total
0220/GM5 06/02/84	06/02/84	01/01/92 (noturna)	01/01/94 GR, SP,GL, RJ, RF, PA, VT, FZ, BR	01/01/96
0819/GM5 30/10/85	01/01/88	01/01/94 (noturna)	01/01/94 GR, SP,GL, RJ, RF, PA, VT, FZ, BR	01/01/98
628/GM5 25/08/92	25/08/92	01/01/94 (noturna)	31/12/98 SP, RJ, RF, VT, FZ	31/12/2000
ICAO – Resolução A23-10/1980	Sem comentário	Sem comentário	Sem comentário	Não antes de 01/01/98
EUA	Sem restrição	01/01/80	Vários	01/01/85
CE	21/01/80	01/01/84	Vários	01/01/88

Fonte: IAC, 2000

Com relação às aeronaves do Capítulo 2 a Portaria 628/GM, de 25 de agosto de 1992, estabeleceu as primeiras restrições operacionais com relação a estas aeronaves,

principalmente em função da aprovação da Resolução A28/3, de 1990, da OACI, onde países da Europa, EUA, Japão, entre outros, estabeleceram severas restrições a estas aeronaves (IAC, idem).

Similarmente ao ocorrido com as aeronaves *NNC*, as aeronaves do Capítulo 2 tiveram a sua proibição total adiada pela Portaria 13/GM5, de 5 de janeiro de 1994 para 31 de dezembro de 2010, que é justamente a época em que estas aeronaves, provavelmente, não estarão mais voando por razões econômicas, em função de sua vida útil e custos associados (IAC, idem).

Os Quadros 64 e 65, apresentam a evolução da legislação brasileira no que se refere às restrições operacionais, respectivamente, aeronaves NNC e Capítulo 2, incluindo ainda uma comparação com as diretrizes da OACI, EUA e Comunidade Européia (IAC, idem).

Quadro 65 – Evolução da Legislação quanto às Restrições à Operação das Aeronaves do Capítulo 2

Portaria	Data limite Matrícula	Início das restrições	Proibição total (H24) aeroportos seletivos	Proibição total
0220/GM5 06/02/84	06/02/84	Sem restrição	Sem restrição	Sem restrição
0819/GM5 30/10/85	01/01/88	Sem restrição	Sem restrição	Sem restrição
628/GM5 25/08/92	25/08/92	01/01/96 15% ao ano	25/08/92 GR, SP, RJ, RF, PA, VT, FZ, BR	01/04/02
ICAO – Resolução A23-10/1980	Sem comentário	Não antes de 01/04/95	Sem comentário	Não antes de 01/04/02
EUA 14 CFR Part 91 e 161 28/02/91	Sem restrição	31/12/94	Vários	31/12/99 (85%)
Diretiva CE 92/14/CEE 02/03/92	1989	01/04/95	Vários	01/04/02

Fonte: IAC, idem.

Existe ainda o Regulamento Brasileiro de Homologação de Aeronaves – RBHA 36 aprovado pela Portaria 299/DAC, de 17 de maio de 1999, que estabelece "Padrões de Ruído – Certificado de Homologação de Tipo" para aeronaves que operam no Brasil,

em conformidade com o Volume I, do Anexo 16 à Convenção em Aviação Civil Internacional, da Organização de Aviação Civil Internacional (OACI) – "Ruído de Aeronaves e o Regulamento Americano FAR 36 – "Padrões de Ruído – Certificação de Tipo e de Aeronavegabilidade de Aeronaves", dando opção ao requerente de escolher qual documento, na íntegra, será aplicado (BRASIL, 1999c).

Outrossim, também foram produzidas normas técnicas da ABNT, especificamente relativas a ruído aeronáutico. As mais recentes são as seguintes:

- NBR 11415 – Ruído Aeronáutico – Terminologia (1990);
- NBR 12314 – Critérios de ruído para recintos internos nas edificações submetidas ao ruído aeronáutico (1997);
- NBR 12859 – Avaliação do impacto sonoro gerado por operações aeronáuticas – Procedimento (1993); e
- NBR 13368 – Ruído gerado por aeronaves – Monitoração – Método de ensaio (1995).

1.8 Normas ABNT relativas a Ruído Ambiental

Conforme já citado as Normas ABNT NBR 10151 e 10152 são remetidas pela Resolução CONAMA 01, de 08 de março de 1990, sendo portanto normas que possuem força de lei no que diz respeito ao ruído ambiental, notadamente, a NBR 10151.

Assim sendo, tais normas são, resumidamente, descritas a seguir e apresentado um sumário dos processos de revisão.

Existe, ainda, uma outra Norma da ABNT, a NBR 14313 – Barreiras Acústicas para Vias de Tráfego – Características Construtivas, de maio de 1999, não citada em Resoluções do CONAMA, que não será detalhada, mas, alerta-se, representa um avanço no tratamento dado no Brasil a questão do ruído emitido pelo tráfego rodoviário.

- **NBR 10151 – Acústica -Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade – Procedimento**

Esta norma, de dezembro de 1987, remetida pela Resolução CONAMA 001, de 8 de março de 1990, sofreu um processo de revisão, entrando em vigor a nova versão, a partir de 31 de julho de 2000.

O fomento para a sua revisão se deu no âmbito de um projeto FINEP – Normalização em Conforto Ambiental, coordenado pela Universidade Federal de Santa Catarina e oficializado pela CE – 02:135:01 – Desempenho Acústico nas Edificações do Comitê Brasileiro da Construção Civil (COBRACON) – CB 02/ABNT.

Este projeto tinha por objetivo precípuo rever as normas relativas a conforto ambiental. Apesar de não ser uma norma de conforto foi inclusa, pois se entendeu que era necessária a sua revisão a fim de torná-la mais exeqüível, ou seja, mais fácil de entendimento e aplicação, tendo em vista a força que esta norma passou a ter após a publicação da Resolução CONAMA.

Assim, praticamente durante o ano de 1998 ocorreram reuniões de discussões em Santa Catarina, envolvendo técnicos de Secretarias de Meio Ambiente, pesquisadores de universidades, consultores na área de acústica, além de outros. No início de 1999 o projeto de norma foi para consulta pública e apuração dos votos se deu em 13/04/99. Em 30/09 e 27/10 do mesmo ano ocorreram reuniões para a análise dos votos, sendo esta última, no INMETRO, no Rio de Janeiro.

Nessa última reunião apontou-se a necessidade de consonância com a normalização internacional, tendo em vista que a definição dada para ruído ambiente (L_{ra}) na norma é diferente daquela estabelecida na ISO 1996 – *Acoustics – Description and measurement of environmental noise – Part 1: Basic quantities and procedures,* e mesmo daquela encontrada em outras legislações internacionais que normalmente seguem esta norma. Todavia, houve consenso que, como se tratava de definição, esta poderia ser definida da forma que se desejasse, além da limitação imposta pelo tempo necessário para que se fizesse uma nova revisão, antes de ser mandada para publicação como Norma Brasileira da ABNT.

Basicamente pode-se dizer que as modificações se deram nos métodos de medição, introduzindo exigências maiores com relação ao tipo de equipamento e a calibração dos equipamentos de medição, na definição dos horários e no estabelecimento de níveis critério de avaliação, que passaram a ser apresentados, diretamente, sob a forma de uma tabela, em função do zoneamento e do período do dia.

Uma questão polêmica, apresentada na versão antiga que foi suprimida, se referia ao nível de ruído de fundo. A norma sugeria que o nível de ruído de fundo fosse igual ao L_{90} (nível de ruído que é ultrapassado em 90% do tempo de medição). Todavia a fiscalização era realizada medindo-se o L_{Aeq} (nível de pressão sonora equivalente ponderado em A) que, por definição, é sempre maior que o L_{90}.

Outrossim, existia um item relativo a avaliação do ruído em relação a resposta da comunidade, considerando a ultrapassagem do nível sonoro corrigido (nível sonoro medido com correções aplicadas em função das características do ruído) em relação ao nível critério. Este item, também, não continuou na versão atual.

A versão atual compreende os seguintes itens:

1. Objetivo;
2. Referências normativas;
3. Definições;
4. Equipamentos de medição;
5. Procedimento de medição;
6. Avaliação de ruído;
7. Relatório de ensaio; e
8. Anexo (Método alternativo para a determinação do L_{aeq}).

Essa norma fixa as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades, independentemente da existência de reclamações. Pressupõe-se, assim, que ela destina-se, também, para fins de planejamento. Todavia, como poderá ser visto na comparação que será realizada com a nova versão da ISO 1996, a norma não utiliza uma métrica que considere um horizonte de longo prazo, perspectiva que deve ser adotada quando se pretende fazer planejamento.

Desta forma, para fins de avaliação da aceitabilidade, especifica um método para a medição de ruído; a aplicação de correções nos níveis medidos, em função das características do ruído; e uma comparação dos níveis corrigidos com um nível critério, que leva em consideração vários fatores (ABNT, 2000a) .

Nela o nível de ruído ambiente (L_{ra}) é definido como sendo o nível de pressão sonora equivalente ponderado em "A", no local e horário considerados, na ausência do ruído gerado pela fonte sonora em questão (ABNT, 2000a). Observa-se, como comentado anteriormente, que esta definição não é compatível com a definição adotada internacionalmente.

No que se refere ao medidor de nível de pressão sonora ou o sistema de medição, a norma estabelece que estes devem atender às especificações da IEC 60651, para tipo 0, tipo 1 ou tipo 2 e o calibrador acústico atender às especificações da IEC 60942, devendo ser de classe 2 ou melhor. Ademais, preconiza que tais instrumentos deverão ter certificado de calibração da Rede Brasileira de Calibração (RBC) ou do INMETRO, a ser renovado, no mínimo, a cada dois anos (ABNT, 2000a).

Este é um problema que alguns órgãos ambientais enfrentam, pois possuem equipamentos que não atendem a essas especificações, comprometendo, assim, os laudos técnicos efetuados pelos profissionais de suas equipes. Problema similar é enfrentado pelo DETRAN/RJ, que efetuou a compra de equipamentos, para medição dos níveis de ruído nas proximidades do escapamento de veículos automotores, para fins de inspeção obrigatória e fiscalização dos veículos em uso, que, também, não atendem a essas especificações (microfone não calibrável), segundo comentado em reuniões realizadas, no decurso deste ano, para a aplicação da Resolução CONAMA 252, de 01 de fevereiro de 1999.

O procedimento de medições centra-se no estabelecimento das condições gerais para sua realização quando do levantamento de níveis de ruído e da ocorrência de reclamações e para realizar medições no exterior e no interior de edificações, além da aplicação de correções aos níveis de ruído que apresentem características especiais (impulsividade ou tonalidade) (ABNT, 2000a).

O método de avaliação proposto na norma baseia-se numa comparação entre o Nível de Pressão Sonora Corrigido (L_C) e o Nível Critério de Avaliação (NCA), estabelecido conforme o Quadro 66. Para o caso de ambientes internos o NCA é o nível indicado na referida tabela com a correção de -10 dB(A) para janela aberta e -15 dB(A) para janela fechada (ABNT, 2000a).

Quadro 66 - Nível Critério de Avaliação NCA para Ambientes Externos, em dB(A).

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: ABNT, 2000a.

O NCA é função do zoneamento urbano (que compreende desde áreas de sítios e fazendas, onde os níveis de ruído preconizados são mais restritivos, até áreas predominantemente industriais, para a quais são estabelecidos os mais altos níveis de ruído permissíveis) e do período do dia, sendo que o período noturno não deve começar depois das 22 horas e terminar antes das 7 horas do dia seguinte. Se o dia seguinte for domingo ou feriado, o término do período noturno não deve ser antes das 9 horas (ABNT, 2000a).

Caso o nível de ruído ambiente, L_{ra}, medido for superior ao valor estabelecido (ver Quadro 66) para a área e o horário em questão, o NCA assume o valor do L_{ra} (ABNT, 2000a). Este é o grande problema identificado por algumas Secretarias de Meio Ambiente, tendo em vista que os níveis de ruído ambiente em suas cidades são, na maioria dos casos, superior àqueles estabelecidos.

De acordo com WHO (1999) esse é um problema comumente encontrado em países em desenvolvimento e, portanto, torna-se necessário questionar se os níveis critérios

adotados deverão refletir um nível ótimo, necessário a proteção da saúde humana, tendo em vista que este objetivo é improvável de ser alcançado, a curto ou médio prazo, com os recursos disponíveis ou refletir um nível que não é ótimo, mas que possa ser atingido diante das condições tecnológicas, sócio-econômicas e políticas do país. Todavia, considerando-se um horizonte de longo prazo, ações devem ser tomadas visando o atendimento do nível ótimo.

O item Relatório de ensaio compreende as informações mínimas que devem ser contempladas na emissão de um relatório, tais como:

- marca, tipo ou classe e número de série de todos os equipamentos de medição utilizados;
- data e número do último certificado de calibração de cada equipamento de medição;
- desenho esquemático e/ou descrição detalhada dos pontos de medição;
- horário e duração das medições do ruído;
- nível de pressão sonora corrigido (Lc), indicando as correções aplicadas;
- nível de ruído ambiente; e
- valor do nível critério de avaliação (NCA) aplicado para a área e o horário da medição.

- **NBR 10152 – Níveis de Ruído para Conforto Acústico**

Esta norma, de dezembro de 1987, remetida pela Resolução CONAMA 001, de 2 de março de 1990, ainda está passando por um processo de revisão que se iniciou junto com o da NBR 10151, no ano de 1998, no âmbito da CE – 02:135:01 – Desempenho Acústico nas Edificações do Comitê Brasileiro da Construção Civil (COBRACON) – CB 02/ABNT.

Esse atraso se deveu a falta de periodicidade na realização das reuniões e a grande rotatividade dos participantes. Isto se explica pelo fato de não existir mais verba disponível para cobrir os custos envolvidos no processo, notadamente aqueles relacionados a despesas com passagens aéreas. Em outras palavras as despesas ocasionadas pela participação de cada membro nestas reuniões ficavam a seu encargo.

Desta forma, a fim de conseguir reunir um maior número de participantes com um custo mais baixo, estas passaram a ser realizadas em São Paulo.

A 17ª Reunião da CE ocorreu em 3/10/2003 e a 18ª foi realizada 5/12/2003, durante a qual pretendia-se encerrar os trabalhos da comissão e propor que a norma fosse colocada para consulta pública. Não obstante, isto não ocorreu e foi marcada uma nova reunião para 03/03/2004, em função da polêmica gerada com a revisão desta norma. A versão antiga fixava os níveis de ruído (em dB(A) e NC) compatíveis com o conforto acústico em ambientes diversos. Estes níveis se encontram apresentados no Quadro 67.

Contemplava, ainda, um anexo que incluía uma figura contendo curvas de avaliação de ruído (NC) – com as quais um espectro sonoro pode ser comparado, permitindo uma identificação das bandas de freqüência mais significativas e que necessitam de correção ou redução do nível sonoro; e uma tabela com os níveis de pressão sonora correspondentes. A nova versão, até a presente data, teve seu nome modificado, passando a ser denominada – Acústica – Medição e avaliação de ruído em ambientes internos.

Com relação ao seu objetivo a norma anterior fixava os níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico em ambientes diversos (ABNT, 1987a). A nova versão estabelece critérios e métodos para avaliar conforto acústico, quanto ao ruído ambiente, em recinto de uma edificação, tomando por base a sua finalidade de uso (ABNT, 2004).

Quadro 67 - Valores dB (A) e NC

Locais	dB(A)	NC
Hospitais		
Apartamentos, Enfermarias, Berçarios, Centros cirúrgicos	35 - 45	30 - 40
Laboratórios, Áreas para uso do público	40 - 50	35 - 45
Serviços	45 - 55	40 - 50
Escolas		
Bibliotecas, Salas de música, Salas de desenho	35 - 45	30 - 40
Salas de aula, Laboratórios	40 - 50	35 - 45
Circulação	45 - 55	40 - 50
Hotéis		
Apartamentos	35 - 45	30 - 40
Restaurantes, Salas de Estar	40 - 50	35 - 45
Portaria, Recepção, Circulação	45 - 55	40 - 50
Locais (cont.)	**dB(A)**	**NC**
Residências		
Dormitórios	35 - 45	30 - 40
Salas de estar	40 - 50	35 - 45
Auditórios		
Salas de concertos, Teatros	30 - 40	25 - 30
Restaurantes	40 - 50	35 - 45
Escritórios		
Salas de reunião	30 - 40	25 - 35
Salas de gerência, Salas de projetos e de administração	35 - 45	30 - 40
Salas de computadores	45 - 65	40 - 60
Salas de mecanografia	50 - 60	45 - 55
Igrejas e Templos (Cultos meditativos)	40 - 50	35 - 45
Locais para esporte		
Pavilhões fechados para espetáculos e atividades esportivas	45 - 60	40 - 55

Notas: a) O valor inferior da faixa representa o nível sonoro para conforto, enquanto que o valor superior significa o nível sonoro aceitável para a finalidade.
b) Níveis superiores são estabelecidos nesta tabela são considerados de desconforto, sem necessariamente implicar risco de dano à saúde (ver Nota a do Capitulo 1).

Fonte: ABNT, 1987.

Os critérios são de dois tipos, descritos a seguir, e se aplicam, exclusivamente, a recintos destinados a repouso, estudo, trabalho intelectual e lazer de residências, escritórios, hospitais e escolas (ABNT, 2004):

1. Critérios utilizando valores de Nível de Pressão Sonora Equivalente ponderados em “A” - dB(A), para recintos sem ocupação, apresentados numa tabela do Anexo A. Estes valores não serão mais estabelecidos por uma faixa, e sim, por valores máximos admissíveis, conforme mostrado no Quadro 66 extraída da última versão; e

2. Critérios determinados a partir de valores de Nível de Pressão Sonora Equivalente em faixas de freqüências – NC, apresentados no Quadro 67. A

norma, também, apresenta figura contendo a família de curvas NC para a avaliação de ruído em ambientes.

Os métodos de avaliação do conforto acústico são baseados nos dois tipos de critérios estabelecidos, a partir de uma comparação com os níveis critérios de avaliação dispostos nos Quadros 68 e 69 (ABNT, 2004).

A norma ainda apresenta os procedimentos de medição a serem utilizadas em cada caso, bem como, o conteúdo mínimo necessário para se emitir o relatório de avaliação.

Quadro 68 - Níveis Critérios de Avaliação de Ruído Interno - NCA i , por valores máximos, para Recintos de Edificações, sem ocupação, conforme sua finalidade de uso

Finalidade de uso do recinto	**NCA_i em dB(A)** (Ver ex. utilização em 4.2)	**NCA_i em NC** (Ver ex.utilização em 4.2)
Escolas, creches		
Salas de aula, laboratórios	45	30
Berçários e creches	45	30
Escritórios		
Escritórios privativos	45	30
Escritórios para atividades diversas	55	40
Salas de reunião	45	30
Hospitais, consultórios		
Quartos (individuais e coletivos)	45	30
Consultórios	45	30
Centro cirúrgico	45	30
Laboratórios	50	35
Corredores	50	35
Recepção, salas de espera	55	40
Hotéis		
Apartamentos	45	30
Sala de espera, restaurante	50	35
Corredores, recepção	55	40
Residências		
Dormitórios	45	30
Salas de estar	50	35
Salas de música, TV, home theater	50	35

Fonte: ABNT, 2004.

Quadro 69 - Níveis de Pressão Sonora correspondentes às Curvas *NC*

Valor *NC*	Freqüência (Hz)							
	63	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**
NC-15	47	36	29	22	17	14	12	11
NC-20	51	40	33	26	22	19	17	16
NC-25	54	44	37	31	27	24	22	21
NC-30	57	48	41	35	31	29	28	27
NC-35	60	52	45	40	36	34	33	32
NC-40	64	56	50	45	41	39	38	37
NC-45	67	60	54	49	46	44	43	42
NC-50	71	64	58	54	51	49	48	47
NC-55	74	67	62	58	56	54	53	52
NC-60	77	71	67	63	61	59	58	57
NC-65	80	75	71	68	66	64	63	62
NC-70	83	79	75	73	71	69	68	67

Fonte: ABNT. 2004.

2. Esfera municipal

2.1. Certidão de tratamento acústico

A Secretaria Municipal de Florianópolis exige que os proprietários de estabelecimentos comerciais (bares e restaurantes) solicitem a certidão de tratamento acústico à Fundação Municipal de Meio Ambiente de Florianópolis (FLORAM). Para a sua obtenção tem que ser apresentado laudo técnico de tratamento acústico, assinado por técnico especializado (FLORIANÓPOLIS, 1999).

2.2. Alvará de Funcionamento

Na cidade de São Paulo os estabelecimentos que emitem ruído, de acordo com a Lei 11.501, de 11/04/94, devem apresentar laudo técnico para a concessão do alvará (SÃO PAULO, 1994).

2.3. Estudo prévio de Impacto de Vizinhança (EIV)

A Lei 10.257, de 10 de julho de 2001, denominada Estatuto da Cidade, instituiu o EIV como um dos instrumentos de Política Urbana. Segundo o Art. 36, “lei municipal definirá as atividades privadas ou públicas em área urbana que dependerão de elaboração de estudo prévio de Impacto de Vizinhança (EIV) para obter as licenças ou

autorizações de construção, ampliação ou funcionamento a cargo do Poder Público municipal”. Estabelece, ainda, no Art. 37, que o estudo “...será executado de forma a contemplar os efeitos positivos e negativos do empreendimento ou atividade quanto à qualidade de vida da população residente na área e suas proximidades...”. Portanto, os efeitos desencadeados pelo ruído emitido por determinados empreendimentos devem ser contemplados em tais estudos (BRASIL, 2001).

Apêndice 9.15

Outras Resoluções CONAMA – Emissão de Ruído Veicular

1. Resoluções CONAMA 001 e CONAMA 002, de 11/02/93

Estas Resoluções substituem a Resolução n° 448/71 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), remetida pela Resolução CONAMA 01/90.

Referem-se ao controle de emissão de ruídos produzidos pelos veículos novos de quatro rodas e assemelhados e de duas rodas, respectivamente, sejam estes nacionais ou importados. Os de duas rodas incluem motocicletas, motonetas, ciclomotores e bicicletas com motor auxiliar e veículos assemelhados.

Considerando, dentre outros, que os veículos rodoviários automotores são as principais fontes de ruído e os objetivos do Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora "Silêncio", ambas estabelecem:

- os limites máximos de ruído, com o veículo em aceleração e na condição parado;
- as datas de vigência;
- os métodos que devem ser utilizados nos ensaios;
- o procedimento de certificação e auditoria dos veículos;
- as exigências vinculadas ao sistema de escapamento no mercado de reposição, fazendo com que esses sejam trocados quando danificados por outros que apresentem características sonoras e qualidades equivalentes ao sistema original.

Nos Quadros 70 e 71 são apresentados os limites máximos permitidos de ruído para veículos de quatro e duas rodas e assemelhados que devem ser medidos, segundo a NBR 8433 – Ruído emitido de veículos automotores em aceleração.

O nível de ruído do veículo na condição parado, é o valor de referência do veículo novo no processo de verificação. Este valor, acrescido de 3 dB(A), será o limite máximo de ruído para fiscalização do veículo em circulação.

Este nível de ruído deve ser medido nas proximidades do escapamento, de acordo com a NBR 9714 – Ruído emitido de veículos automotores na condição parado - e ser fornecido ao IBAMA, a partir de 1 de março de 1994, de todos os modelos de veículos de quatro rodas produzidos e 1 de julho de 1993, de todos os veículos de duas rodas e assemelhados.

Quadro 70 - Limites Máximos de Ruído emitido por Veículos de Quatro Rodas, segundo a NBR 8433 - Veículo em Aceleração.

CATEGORIA		NÍIVEL DE RUÍDO EM dB(A)		
DESCRIÇÃO		OTTO	DIESEL	
			INJEÇÃO DIRETA	INJEÇÃO INDIRETA
Automóvel e veículo de uso misto derivado de automóvel		77	78	79
Veículo de passageiros até nove lugares, veículo de carga, camioneta de uso misto não derivada de automóvel e utilitário	PBT(*) até 2.000 kg	78	79	78
	PBT acima de 2.000 kg e até 3.500 kg	79	80	79
Veículo de passageiros com mais de nove lugares e PBT acima de 3.500 kg	Potência (**) máxima abaixo de 150 kw (204 CV)	80	80	80
	Potência Máxima igual ou superior a 150 kw (204CV)	83	83	83
Veículo de carga com PTB acima de 3.500 kg	Potência máxima abaixo de 75 (102CV)	81	81	81
	Potência máxima entre 75 e 150 kw (102 a 204 CV)	83	83	83
	Potência máxima igual ou superior a 150 kw (204 CV)	84	84	84

(*) PBT: Peso bruto total

(**) potência: potência efetiva líquida máxima (NBR 5484)

Fonte: BRASIL, 1993c.

Quadro 71 - Limites Máximos de Ruído emitido por Veículos de Duas Rodas e Assemelhados, segundo a NBR 8433 - veículo em aceleração.

CATEGORIA (cm^3)	NÍVEL DE RUÍDO 1º FASE dB(A)	NÍVEL DE RUÍDO 2º FASE dB(A)
Até 80	77	75
De 81 a 125	80	77
De 126 a 175	81	77
De 176 a 350	82	80
Acima de 350	83	80

Fonte: BRASIL, 1993a.

Segundo o parágrafo 1º do Artigo 2º da Resolução CONMA 002, os níveis de ruído em aceleração de veículos de duas rodas e assemelhados também devem considerar todas as modificações estabelecidas pela Diretiva CE 8756, de 18 de dezembro de 1986, da Comunidade Econômica Européia (BRASIL, 1993a).

As datas de vigência para ambas as fases, considerando os veículos automotores de quatro rodas e duas rodas e assemelhados, são respectivamente, mostradas nos Quadros 72 e 73.

Quadro 72 – Cronograma para entrada em vigor dos limites máximos de ruído, na condição acelerado, estabelecidos no Quadro 70.

TIPO DE VEÍCULO	% DE VEÍCULOS						
	Jan/94	**Mar/94**	**Jan/95**	**Mar/95**	**Jan/96**	**Jan/97**	**Jan/98**
Ciclo OTTO	20	---	50		---	100	---
Ciclo OTTO Categoria C e D	---	---	---		40	100	---
Ciclo Diesel	---	---	---	---	40	---	100
Importados	---	Todos	---	---	---	---	---
Produzidos/montados Argentina, Paraguai e Uruguai	---	---	---	Todos[1]	Todos[2]	---	---

Todos[1] - veículos do ciclo OTTO;

Todos[2] - Ciclo OTTO Categoria C e D e Ciclo Diesel;

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Quadro 73 - Cronograma para entrada em vigor dos limites máximos de ruído, na condição acelerado, estabelecidos Quadro 71.

TIPO DE VEÍCULO	% DE VEÍCULOS				
	Jul/93	**Jul/94**	**Jan/96**	**Jan/97**	**Jan/98**
1º Fase					
Exceto ciclomotores e patinetes motorizados	Novos	---	60	80	100
Somente ciclomotores	---	Novos	100	---	---
Patinetes motorizados	Novos	---	---	---	---

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Observação: A 2º Fase se aplica a todos os veículos produzidos a partir de janeiro de 2001.

No que se refere ao sistema de escapamento, ambas as Resoluções estabelecem que, "*a partir de janeiro de 1994, todas as peças e componentes não originais dos modelos já em conformidade com esta Resolução, que forem parte integrante do sistema de escapamento e produzidas para o mercado de reposição, somente poderão ser comercializadas após o cumprimento das mesmas exigências de verificação perante o IBAMA pelo fabricante ou importador de sistemas de escapamento, quanto ao atendimento às prescrições desta Resolução para os produtos utilizados nos veículos novos. O máximo nível de ruído do sistema de escapamento de reposição na condição parado, deve ser declarado no processo de verificação de protótipo do modelo original correspondente*" (BRASIL, 1993ac).

2. Resolução CONAMA Nº 006, de 31 de agosto de 1993

Esta Resolução estabelece que "os fabricantes e empresas de importação de veículos automotores deverão, num prazo máximo de 90 dias, a partir da publicação desta Resolução, dispor de procedimentos e infra-estrutura para a divulgação sistemática, ao público em geral, das recomendações e especificações de calibração, regulagem e manutenção do motor, dos sistemas de alimentação de combustível, de ignição, de carga elétrica, de partida, de arrefecimento, de escapamento e sempre que aplicável, dos

componentes de sistemas de controle de emissão de gases, partículas e ruído” (BRASIL, 1993d).

3. Resolução CONAMA Nº 007, de 31 de agosto de 1993

Esta Resolução define as diretrizes básicas e padrões de emissão para o estabelecimento de Programas de Inspeção e Manutenção para Veículos Automotores em Uso - I/M (BRASIL, 1993e).

Estes Programas referem-se à inspeção periódica da emissão de poluentes atmosféricos e ruído.

Do ponto de vista do ruído, estabelece como padrões de emissão para veículos em circulação, os limites máximos de ruído para os veículos com motor do ciclo Otto e os do ciclo Diesel adotados pelo CONAMA, ficando a critério dos órgãos competentes o estabelecimento de procedimentos e limites mais restritivos do que os estabelecidos nesta Resolução, desde que devidamente consubstanciados tecnicamente, respeitadas as características de emissão originais dos veículos e aprovados previamente pelo CONAMA (BRASIL, 1993e).

Tais limites se destinam à avaliação do estado de manutenção de veículos em circulação e ao atendimento dos Programas de I/M que poderão ser revistos após o estágio inicial dos Programas, tendo em vista a sua adequação operacional.

Estes Programas de I/M serão implantados prioritariamente, a critério dos órgãos estaduais e municipais competentes e caberá aos mesmos a definição da frota alvo do Programa, que poderá ser apenas uma parcela da frota licenciada na região de interesse. Segundo esta Resolução, deve-se priorizar a inspeção dos veículos ano-modelo 1989 em diante (BRASIL, 1993e).

Ela se aplica a todos os veículos automotores com motor de combustão interna, independentemente do tipo de combustível que utilizarem, com exceção dos veículos concebidos exclusivamente para aplicações militares, agrícolas, de competição, tratores,

máquinas de terraplanagem e pavimentação e outros de aplicação especial, que poderão ser dispensados da inspeção obrigatória pelos órgãos estaduais e municipais competentes (BRASIL, 1993e).

Nos Anexos II e III, é estabelecido, respectivamente, que os medidores de nível sonoro utilizados devem atender aos requisitos estabelecidos pela norma NBR-9714 - Ruído Emitido por Veículos Automotores na Condição Parado - Método de Ensaio ou em normas de maior atualização tecnológica e que, após a inspeção visual, deverá ser medido o nível de ruído na condição parado nas proximidades do escapamento, conforme procedimentos estabelecidos na referida norma (BRASIL, 1993e).

4. Resolução CONAMA Nº 008, de 31 de agosto de 1993

Considerando a necessidade de compatibilização dos cronogramas de implantação dos limites de emissão dos gases de escapamento com os de ruído dos veículos pesados do ciclo diesel estabelecidos na Resolução CONAMA 001, de 11/09/93, o Artigo 20º da Resolução Nº 008 passa a ter nova redação (BRASIL, 1993b).

Todavia, a alteração se dá somente na data estabelecida para que os veículos automotores do ciclo Otto, exceto os da categoria C e D, produzidos ou montados na Argentina, Paraguai e Uruguai atendam aos limites máximos de ruído, com veículo em aceleração. Esta mudou de 01 de março de 1995 para 01 de janeiro de 1995 (BRASIL, 1993b).

5. Resolução CONAMA Nº 017, de 13 de dezembro de 1995

Esta Resolução ratifica os limites máximos de ruído e o cronograma para seu atendimento determinados no artigo 20 da Resolução CONAMA nº 08/93, excetuada a exigência estabelecida para a data de 1º de janeiro de 1996 (BRASIL, 1995).

Estabelece em seu Artigo 2º que todos os veículos que sofrerem modificações ou complementações em relação ao seu projeto original deverão manter o atendimento às exigências do CONAMA relativas à emissão de ruído. E os responsáveis por tais

modificações ou complementações são considerados fabricantes finais do veículo e os responsáveis pelo atendimento às exigências estabelecidas pelo CONAMA (BRASIL, 1995).

As modificações diretamente relacionadas à emissão de ruído são aquelas verificadas em sistema de redução de ruído, trem de força (motor e sistema de transmissão), chassi e adaptação de eixo veicular auxiliar (BRASIL, 1995).

6. Resolução CONAMA Nº 230, de 22 de agosto de 1997

Esta Resolução proíbe que veículos sejam equipados com "itens de ação indesejável". "Itens de ação indesejável” são definidos como quaisquer peças, componentes, dispositivos, sistemas, softwares, lubrificantes, aditivos, combustíveis e procedimentos operacionais que reduzam ou possam reduzir a eficácia do controle da emissão de ruído e de poluentes atmosféricos de veículos automotores, ou produzam variações indesejáveis ou descontínuas destas emissões em condições que possam ser esperadas durante a sua operação em uso normal (BRASIL, 1997a).

Ela revoga a Resolução nº 20, de 24 de outubro de 1996.

7. Resolução CONAMA Nº 256, de 30 de junho de 1999

Esta Resolução aprova a inspeção de emissões de poluentes e ruído, prevista no Artigo n.º 104 da Lei 9.503 de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro - CTB, como exigência para o licenciamento de veículos automotores, nos municípios abrangidos pelo Plano de Controle da Poluição por Veículos em Uso - PCPV, nos termos do Artigo 131, parágrafo 3º, do CTB (BRASIL, 1999d).

A responsabilidade pela implementação das providências necessárias a consecução das inspeções caberá aos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente, sendo concedido um prazo de 18 meses para que estes atendam ao disposto nas resoluções CONAMA Nºs 7, de 31/08/1993 e 18, de 13/12/95, elaborando, aprovando e publicando os respectivos Planos de Controle de Poluição para Veículos em USO (PCPV) e

implantando os Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso (I/M) CTB (BRASIL, 1999d).

Os Programas de I/M serão implementados em um único nível de competência entre o Estado e seus municípios, cabendo ao órgão estadual de meio ambiente, em articulação com os órgãos municipais de meio ambiente envolvidos, a elaboração dos (BRASIL, 1999d).

Todavia, os municípios, com frota total igual ou superior a três milhões de veículos poderão implantar Programas próprios de I/M, mediante convênio específico com o Estado CTB (BRASIL, 1999d).

8. Resolução CONAMA Nº 252, de 01 de fevereiro de 1999

Esta Resolução estabelece para os veículos rodoviários automotores, inclusive veículos encarroçados, complementados e modificados, nacionais ou importados, limites máximos de ruído nas proximidades do escapamento, para fins de inspeção obrigatória e fiscalização de veículos em uso (BRASIL, 1999a).

Ela não se aplica a veículos exclusivamente para aplicação militar, agrícola, de competição, tratores, máquinas de terraplenagem, pavimentação e outros de aplicação especial, bem como aqueles que não são normalmente utilizados para o transporte urbano e/ou rodoviário (BRASIL, 1999a).

O limite máximo de ruído para fins de inspeção obrigatória e fiscalização, considerando os veículos nacionais ou importados, do ciclo Otto ou do ciclo Diesel produzidos a partir de 1 de janeiro de 1999, que atendam aos limites máximos de ruído em aceleração estabelecidos nas Resoluções nos 2/93 e 8/93 do CONAMA, é o ruído emitido por veículos automotores na condição parado, declarado pelo fabricante ao IBAMA, conforme art. 20, § 6o da Resolução CONAMA no 8/93 ou art. 1º, § 6º da Resolução CONAMA no 2/93, dependendo da categoria de veículo (BRASIL, 1999a).

Os limites máximos de ruído emitidos por veículos automotores na condição parado para os modelos de veículos do ciclo Otto e do ciclo Diesel produzidos até 31 de dezembro de 1998 que não atendam aos limites máximos de ruído em aceleração estabelecidos nas Resoluções CONAMA nos 2 e 8, de 1993, são estabelecidos, conforme o Quadro 72 (BRASIL, 1999a).

Quadro 74 – Limites Máximos de Ruído emitidos por Veículos Automotores na Condição Parado para fins de inspeção e fiscalização de Veículos Automotores em uso, relativos aos modelos de veículos do ciclo Otto que não atendam aos limites máximos de ruídos emitidos por veículos automotores em aceleração estabelecidos nas Resoluções CONAMA n^{os} 2 e 8, de 1993, e aos modelos de veículos do ciclo Diesel produzidos até 31 de dezembro de 1998.

CATEGORIA		Posição do Motor	Nível de Ruído dB(A)
Veículo de passageiros até nove lugares e		Dianteiro	95
Veículos de uso misto derivado de automóvel		Traseiro	103
Veículo de passageiros com mais de nove lugares	PBT até 2.000 kg	Dianteiro	95
Veículo de carga		Traseiro	103
ou de tração, veículo de uso misto não derivado de automóvel	PBT acima de 2.000 kg e até 3.500 kg	Dianteiro Traseiro	95 103
	Potência máxima abaixo de 150 kW	Dianteiro	92
Veículo de passageiros ou de uso misto com mais de 9 lugares e PBT acima de 3.500 kg	(204 CV)	Traseiro e entre eixos	98
	Potência máxima igual ou superior a	Dianteiro	92
	150 kW (204CV)	Traseiro e entre eixos	98
	Potência máxima abaixo de 75 kW (102CV)		
Veículo de carga ou de tração com PBT acima de 3.500 kg	Potência máxima entre 75 e 150 kW (102 a 204 CV)	Todas	101
	Potência máxima igual ou superior a 150 kW (204CV)		
Motocicletas, motonetas, ciclomotores, bicicletas com motor auxiliar e veículos assemelhados		Todas	99

Observações:

1) Designações de veículos conforme NBR 6067.

2) PBT: Peso Bruto Total.

3) Potência: Potência efetiva líquida máxima conforme NBR ISO 1585.

4) Fonte: BRASIL, 1999a.

A responsabilidade pela inspeção e fiscalização em campo dos níveis de emissão de ruído dos veículos em uso é atribuída aos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente e aos órgãos a eles conveniados, especialmente os de trânsito (BRASIL, 1999a).

Os ensaios para medição dos níveis de ruído deverão ser feitos de acordo com a norma brasileira NBR 9714 - Ruído Emitido por Veículos Automotores na Condição Parado - Método de Ensaio e os equipamentos de medição deverão ser calibrados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial-INMETRO ou laboratórios pertencentes à Rede Brasileira de Calibração-RBC (BRASIL, 1999a).

Durante o ensaio, a velocidade angular do motor deverá ser estabilizada nos valores apresentados a seguir, onde N é a máxima velocidade angular de potência máxima do motor, sendo admitida uma variação máxima de ± 100 rpm (BRASIL, 1999a).

> I - Para todos os veículos automotores, exceto os constantes nos incisos II e III: ¾ N.
>
> II - Para motocicletas e assemelhados:
>
> a) ½ N se N = 5000 rotações por minuto, ou
>
> b) ¾ N se N< 5000 rotações por minuto.
>
> III - Para veículos que, por projeto, não permitam a estabilidade a ¾ N: rotação máxima que possa ser estabilizada.

Os registros dos ensaios de ruído deverão ser emitidos pelas operadoras de I/M e fornecidos ao IBAMA, onde serão centralizados durante a fase inicial dos programas de inspeção obrigatória (período necessário à realização de inspeções de ruído em pelo menos 200000 veículos do ciclo Otto (exceto motocicletas e assemelhados), 200.000 veículos do ciclo Diesel e 200000 motocicletas) e comporão um banco de dados, que será utilizado pelo CONAMA no processo de revisão do Quadro 74.

Durante esta fase inicial, será admitida uma flexibilização do número de veículos para cada categoria definida no art. 2o, § 2o, de modo que 25% (vinte e cinco por cento) dos veículos, escolhidos de forma aleatória, sejam testados visando a otimização da eficácia do programa (BRASIL, 1999a).

Até 31 de dezembro de 1998, os fabricantes, importadores, encarroçadores, modificadores e complementadores de veículos automotores deverão informar ao IBAMA o valor do nível de ruído na condição parado para todos os modelos em produção, medido conforme a alteração da norma NBR-9714 (BRASIL, 1999a).

A fim de atender a esta resolução, a Fundação Estadual de Engenharia e Meio Ambiente – FEEMA do Estado do Rio de Janeiro celebrou convênio com o DETRAN/RJ , no qual a FEEMA atua como órgão técnico/coordenador, a fim de orientar o desenvolvimento das avaliações de gases e ruído veicular (FEEMA,2002).

No que diz respeito ao ruído, a FEEMA deu início às avaliações em veículos na condição parado, de acordo com a norma NBR 9714, em diversos postos do DETRAN (Barra, Flumitrens, Catete, CEASA, DER, H. Lobo, Cacuia, Vila Militar), a fim de obter um número significativo de avaliações, bem como acompanhar os procedimentos utilizados e identificar possíveis problemas decorrentes desta avaliação (FEEMA,2002).

Dentre os principais problemas identificados, a equipe destacou:

- A dificuldade de garantir a diferença de 10 dB(A) entre o ruído de fundo e os níveis de ruído medidos dos veículos avaliados, conforme preconizado na NBR 9714, principalmente se estes veículos foram novos. Isto se deve ao elevado nível de ruído de fundo encontrado nos postos onde as medições foram efetuadas;
- A presença de ruídos intrusos (Ex: ruído de passagem de aeronaves ou até mesmo de outros veículos sendo submetidos ao processo de avaliação), invalidando a série de medições prevista no item 6.1 da referida norma, provocando novo procedimento;

- A dificuldade de estabilização da rotação do motor do veículo, utilizada como referência para a avaliação e início de séries de medição;

A inadequação dos transdutores para captação da rotação do motor das motocicletas.

Diante destes problemas relatados, a equipe propôs uma série de medidas, descritas a seguir:

1. Construção de uma cabina piloto somente para medições de ruído veicular;
2. Realização de um exame e/ou uma reavaliação do fluxo lógico utilizado pela empresa *Sun Electric* do Brasil que presta serviço para o DETRAN;
3. Utilização de um transdutor de rpm que possibilite a medição em motocicletas e assemelhados;
4. Modificação, após uma discussão técnica maior caso se alcance um consenso, da norma NBR 9714.

Tais proposições foram discutidas num fórum maior na sede da FEEMA e do DETRAN e decidiu-se que, no próximo ano (2004), será construído um posto padrão na área do laboratório da FEEMA localizado na Barra da Tijuca.

9. Resolução CONAMA Nº 268, 14 de setembro de 2000.

Esta Resolução altera a redação do parágrafo 1º do Artigo 2º do CONAMA Nº 02, 11 de fevereiro de 1993, no que diz respeito às práticas de ensaio e monitoramento dos níveis de ruído. Segundo esta Resolução, estas podem ser efetuadas, conforme o Capítulo 9 da Diretiva 97/24/CE como método alternativo ao estabelecido nesta resolução (BRASIL, 2000b).

10. Resolução CONAMA Nº 272, 14 de setembro de 2000.

Esta Resolução estabelece limites máximos de ruído com o veículo em aceleração para os veículos automotores nacionais e importados, fabricados a partir da data de publicação desta Resolução, com exceção de motocicletas, motonetas, ciclomotores e bicicletas com motor auxiliar e veículos assemelhados. São dispensados do atendimento

às exigências desta Resolução, os veículos concebidos exclusivamente para aplicação militar, competição, máquinas agrícolas, máquinas rodoviárias, e outros de aplicação especial, bem como aqueles que não são utilizados para o transporte urbano e/ou rodoviário (BRASIL, 2000a).

Estes limites máximos, apresentados no Quadro 75, entram em vigor, a partir das datas fixadas, conforme o cronograma mostrado no Quadro 76.

Quadro 75 - Limites Máximos de Ruído Emitido para Veículos Automotores.

CATEGORIA		NÍIVEL DE RUÍDO EM dB(A)		
DESCRIÇÃO		OTTO	DIESEL	
Automóvel e veículo de uso misto derivado de automóvel		74	**INJEÇÃO DIRETA** 75	**INJEÇÃO INDIRETA** 74
Veículo de passageiros até nove lugares, veículo de carga, camioneta de uso misto não derivada de automóvel e utilitário	**PBT(*) até 2.000 kg**	76	77	76
	PBT acima de 2.000 kg e até 3.500 kg	77	78	77
Veículo de passageiros com mais de nove lugares e PBT acima de 3.500 kg	**Potência (**) máxima abaixo de 150 kw (204 CV)**	78	78	78
	Potência Máxima igual ou superior a 150 kw (204CV)	80	80	80
Veículo de carga com PTB acima de 3.500 kg	**Potência máxima abaixo de 75 (102CV)**	77	77	77
	Potência máxima entre 75 e 150 kw (102 a 204 CV)	78	78	78
	Potência máxima igual ou superior a 150 kw (204 CV)	80	80	80

(*) PBT: Peso bruto total

(**) potência: potência efetiva líquida máxima (NBR 5484)

Fonte: BRASIL, 2000a.

Os veículos equipados com mais de um eixo trator, de acionamento permanente ou não, os valores limites serão aumentados, em 1 dB(A) para os veículos que estiverem equipados com um motor de potência inferior a 150 kV e 2 dB(A) se estiverem equipados com um motor de potência igual ou superior a 150 kV (204 cv) (BRASIL, 2000a).

Quadro 76 - Cronograma para entrada em vigor dos limites máximos de ruído, na condição acelerado, estabelecidos no Quadro 75.

Categoria de veículo	% de veículos do volume de produção por fabricante ou importador			
	01/Jan/02	01/Jan/04	01/Jan/05	01/Jan/06
“a”	40*	80*	---	100
“b”, “c” e “d”	---	---	40*	100

* No mínimo igual a este valor.

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Os ensaios para medição dos níveis de ruído deverão ser feitos de acordo com a norma brasileira NBR 8433 (1995) – Veículos rodoviários automotores em aceleração – Determinação do nível de ruído e NBR 9714 (1999) - Veículos rodoviários automotores – Ruído emitido na condição parado, no que se refere à medição de ruído nas proximidades do escapamento. Os equipamentos de medição utilizados nos ensaios deverão ser calibrados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial-INMETRO ou laboratório credenciado pertencente à Rede Brasileira de Calibração-RBC e o local do ensaio deve ser verificado pelo IBAMA para obtenção da Declaração de Verificação de Conformidade (BRASIL, 2000a).

Apêndice 9.16

Legislação Brasileira de Ruído Aeronáutico - Resumo

A legislação federal relativa a ruído aeronáutico centra-se fundamentalmente nas questões de regulamentação do uso do solo no entorno dos aeroportos brasileiros e de regulamentação relativa a restrições quanto à operação de aeronaves ruidosas no território nacional.

A regulamentação do uso do solo no entorno de aeroportos é abordada legalmente no país desde maio de 1979, através do Decreto Nº 83399 e posteriormente através do Decreto Nº 889431, de março de 1984, os quais introduzem o Zoneamento do Ruído, definindo novas restrições ao uso do solo nas áreas vizinhas dos aeroportos, em função do nível de incômodo ali percebido (IAC, 2000).

Estes Decretos foram substituídos pela Lei Nº 7565 – Código Brasileiro de Aeronáutica – de 19 de dezembro de 1986, regulamentada pela Portaria Nº 1141/GM5, de 8 dezembro de 1987, que dispõe sobre Zonas de Proteção e de Zoneamento de Ruído dos Aeroportos (IAC, 2000).

1. Portaria Nº 1141/GM5, de 8 de dezembro de 1987

Esta portaria dispõe sobre Zonas de Proteção e Aprova o Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos, o Plano Básico de Zoneamento de Ruído, o Plano Básico de Zona de Proteção de Helipontos e o Plano de Zona de Proteção de Auxílios à Navegação Aérea e dá outras providências (BRASIL, 1987).

O Capítulo XII desta Portaria trata especificamente do Plano de Zoneamento de Ruído. Este Plano é estabelecido de acordo com a categoria de pista (Categoria de I a VI,

descritas a seguir), e em função das normas de aproveitamento do uso do solo, nas áreas I, II, III também definidas a seguir.

- ***"Categoria I – Pista de Aviação Regular de Grande Porte de Alta Densidade –*** *Pista na qual haja ou esteja prevista, num período de até 20 (vinte) anos, a operação de aeronaves da aviação regular de grande porte, cuja soma de pousos e decolagens, existente ou prevista, seja igual ou superior a 6.000 (seis mil) movimentos anuais ou que o número de operações, no período noturno destes tipos de aviação, seja superior a 2 (dois) movimentos.*

- ***Categoria II – Pista de Aviação Regular de Grande Porte de Média Densidade –*** *Pista na qual haja ou esteja prevista, num período de até 20 (vinte) anos, a operação de aeronaves da aviação regular de grande porte, cuja soma de pousos e decolagens , existente ou prevista, seja inferior a 6.000 (seis mil) movimentos anuais e que o número de operações, no período noturno destes tipos de aviação, não seja superior a 2 (dois) movimentos ou cuja soma de pousos e decolagens, existente ou prevista, seja inferior a 3.600 (três mil e seiscentos) movimentos anuais e que exista operação noturna, porém com o número de operações deste tipo de aviação igual ou inferior a 2 (dois) movimentos.*

- ***Categoria III – Pista de Aviação Regular de Grande Porte de Baixa Densidade –*** *Pista na qual haja prevista, num período de até 20 (vinte) anos, a operação de aeronaves da aviação regular de grande porte, cuja soma de pousos e decolagens, existente ou prevista, seja inferior a 3.600 (três mil e seiscentos) movimentos anuais, sem operação noturna destes tipos de aviação.*

- ***Categoria IV – Pista de Aviação Regular de Médio Porte de Alta Densidade –*** *Pista na qual haja ou esteja prevista, num período de até 20 (vinte) anos, a operação de aeronaves da aviação regular de médio porte, cuja soma de pousos e decolagens, existente ou prevista, seja igual ou superior a 2.000 (dois mil)*

movimentos anuais ou em que o número de operações, no período noturno deste tipo de aviação, seja superior a 4 (quatro) movimentos.

- ***Categoria V – Pista de Aviação Regular de Médio Porte de Baixa Densidade –*** *Pista na qual haja ou esteja prevista, num período de até 20 (vinte) anos, a operação de aeronaves da aviação regular de médio porte, cuja soma de pousos e decolagens, existente ou prevista, seja inferior a 2.000 (dois mil) movimentos anuais ou em que o número de operações, no período noturno deste tipo de aviação, seja igual ou inferior a 4 (quatro) movimentos.*

- ***Categoria VI – Pista de Aviação de Pequeno Porte*** *- Pista na qual haja ou esteja prevista, num período de até 20 (vinte) anos, somente a operação da aviação não regular de pequeno porte.*

- ***Área I –*** *Área do Plano de Zoneamento de Ruído,* ***interior à curva de nível de ruído 1****, onde o nível de incômodo sonoro é potencialmente nocivo aos circundantes, podendo ocasionar problemas fisiológicos por causa das exposições prolongadas.*

- ***Área II –*** *Área do Plano de Zoneamento de Ruído****, compreendida entre as curvas de nível de ruído l e 2****, onde são registrados níveis de incômodo sonoro moderados.*

- ***Área III –*** *Área do Plano de Zoneamento de Ruído****, exterior à curva de ruído de nível 2****, onde normalmente não são registrados níveis de incômodo sonoro significativos” .*

Na Área 1 são permitidos a implantação, o uso e o desenvolvimento das atividades de produção e extração de recursos naturais, de serviços públicos ou de utilidade pública, comercial, de recreação e lazer ao ar livre, de transportes e industrial discriminadas no

Artigo 69 desta Portaria, com exceção de algumas atividades que só poderão ser permitidas mediante ao atendimento de normas legais para tratamento acústico nos locais de permanência do público e funcionários e aprovação prévia do Departamento de Aviação Civil (DAC).

As atividades, edificações e os equipamentos já existentes e não enquadradas no artigo anteriormente citado, não poderão ser ampliadas.

Na Área 2 não são permitidos a implantação, o uso e o desenvolvimento das atividades residenciais, saúde, educacional, serviços públicos ou de utilização pública, cultural discriminadas no Artigo 70 desta Portaria. Todavia, eventualmente, poderão ser autorizadas pelos órgãos municipais competentes, mediante aprovação do Departamento de Aviação Civil (DAC).

Na Área 3 as eventuais restrições ao uso do solo são estabelecidas em Plano Específico de Zoneamento de Ruído.

As Curvas de Ruído 1 e 2, onde se encontram as áreas I, II e III, são assim definidas:

- ***"Curva de Nível de Ruído 1** – Linha traçada a partir dos pontos nos quais o nível de incômodo sonoro é igual a um valor predeterminado e especificado pelo Departamento de Aviação Civil – DAC, em função da utilização prevista para o aeródromo. O nível de incômodo sonoro representado por esta curva é maior do que o representado pela Curva de nível de Ruído 2.*

- ***Curva de Nível de Ruído 2** – Linha traçada a partir dos pontos nos quais o nível de incômodo sonoro é igual a um valor predeterminado e especificado pelo Departamento de aviação Civil – DAC, em função da utilização prevista para o aeródromo. O nível de incômodo sonoro representado por esta curva é menor do que o representado pela Curva de Nível de Ruído."*

  Nos Planos Básicos de Zoneamento de Ruído, a serem aplicados em aeroportos de pequeno e médio porte (aeródromos que contenham pistas de categoria II, III,

IV, V, e VI) onde não existem áreas densamente povoadas, as Curvas de Ruído 1 e 2 são pré-estabelecidas, em função da categoria da pista (inferior a 6.000 movimentos anuais) e do tipo de aviação prevista para a operação, considerando-se um horizonte de vinte anos (COSTA, 2002). Os parâmetros para a elaboração das mesmas são especificados, respectivamente, nas Figuras 37 e 38 e nos Quadros 77 e 78.

Caso o aeródromo possua duas pistas ou mais a elaboração do Plano Básico de Zoneamento de Ruído considerará a composição das curvas de nível de ruído relativas a cada uma das pistas, de acordo com a Figura 39.

Já para os aeródromos que contenham pistas de categoria I e o tipo de aviação que neles operem não se enquadrar nas categorias, descritas a seguir, será obrigatório à adoção do Plano Específico de Zoneamento de Ruído, ou em substituição ao Plano Básico de Zoneamento de Ruído para os aeródromos que, a critério do DAC, apresente condições particulares.

- "***Aviação de pequeno porte*** - T*ipo de aviação onde operam não regularmente aeronaves equipadas com motores turboélice ou pistão, com peso máximo de decolagem inferior a 9.000kg (nove mil quilos);*

- ***Aviação Regular de Grande Porte*** *– Tipo de aviação onde operam regularmente aeronaves equipadas com motores "turbofan", turbo jato, jato puro ou turboélice, este com peso máximo de decolagem igual ou superior a 40.000 kg (quarenta mil quilos);*

- ***Aviação Regular de Médio Porte*** *– Tipo de aviação onde operam regularmente aeronaves equipadas com motores turboélice ou pistão, com peso máximo de decolagem inferior a 40.000 (quarenta mil quilos)".*

Neste caso, as Curvas de Ruído 1 e 2 são determinadas, em função do movimento anual, da tipologia de aeronaves, das rotas e procedimentos, da

distribuição de movimentos por cabeceiras e do percentual de vôos noturnos, entre outros (COSTA, 2002).

O DAC e a INFAERO adotam como valores das Curvas de Ruído 1 e 2 os níveis de DNL de 75 dB e 65 dB, respectivamente. Todavia, atualmente não se conhece a legislação brasileira que fixa estes valores.

PLANO BÁSICO DE ZOEAMENTO DE RUÍDO

CURVA DE NÍVEL DE RUÍDO 1

PISTA CATEGORIA AVIAÇÃO REGULAR DE MÉDIO PORTE DE BAIXA DENSIDADE E/OU AVIAÇÃO DE PEQUENO PORTE

R
100 m
300 m

PISTA CATEGORIA AVIAÇÃO REGULAR DE GRANDE PORTE DE BAIXA DENSIDADE E/OU AVIAÇÃO REGULAR DE MÉDIO PORTE DE ALTA DENSIDADE

R
180 m
500 m

PISTA CATEGORIA AVIAÇÃO REGULAR DE GRANDE PORTE DE MÉDIA DENSIDADE

R
240 m
1.500 m

LEGENDA

PISTA

CURVA DE NÍVEL DE RUÍDO 1

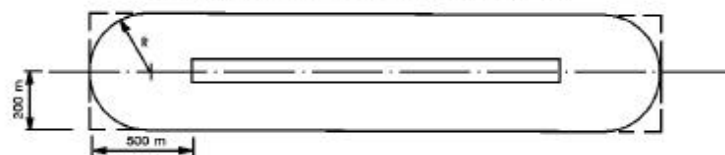
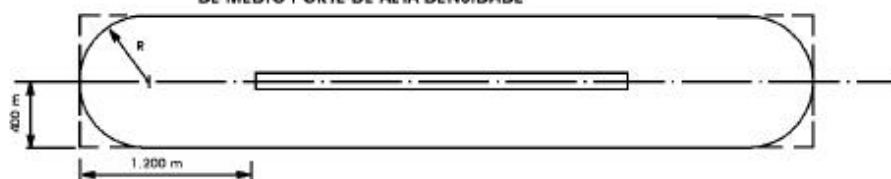
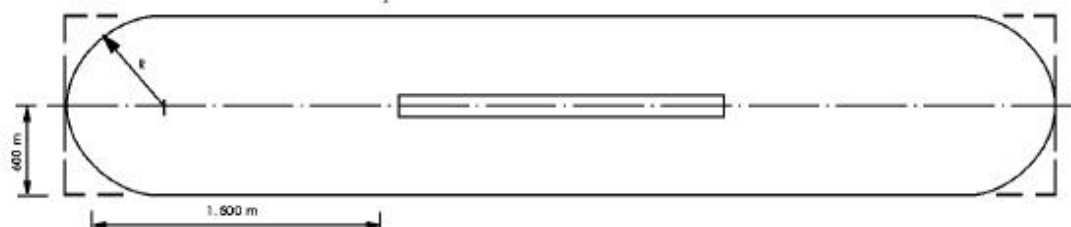
EIXO DA PISTA

Fonte: BRASIL, 1987.

Figura 37 - Curva de Nível de Ruído 1

PLANO BÁSICO DE ZOEAMENTO DE RUÍDO

CURVA DE NÍVEL DE RUÍDO 2

PISTA CATEGORIA AVIAÇÃO REGULAR DE MÉDIO PORTE DE BAIXA DENSIDADE E/OU AVIAÇÃO DE PEQUENO PORTE

PISTA CATEGORIA AVIAÇÃO REGULAR DE GRANDE PORTE DE BAIXA DENSIDADE E/OU AVIAÇÃO REGULAR DE MÉDIO PORTE DE ALTA DENSIDADE

PISTA CATEGORIA AVIAÇÃO DE GRANDE PORTE DE MÉDIA DENSIDADE

LEGENDA

PISTA

CURVA DE NÍVEL DE RUÍDO 2

EIXO DA PISTA

Fonte: BRASIL, 1987.

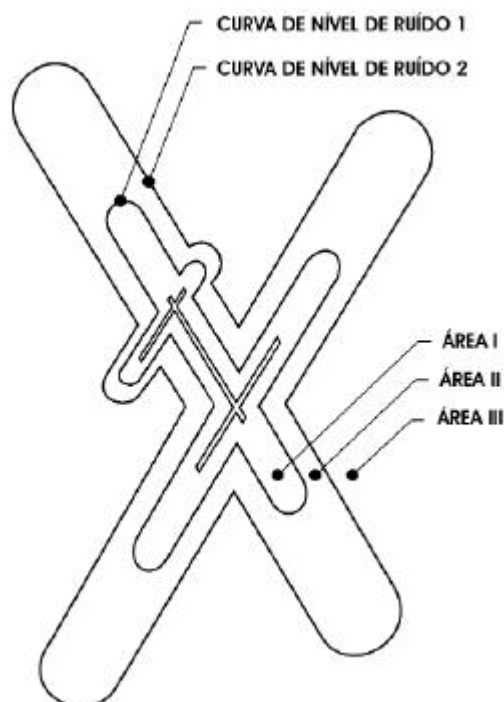
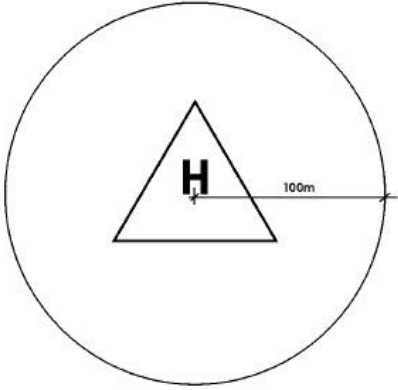
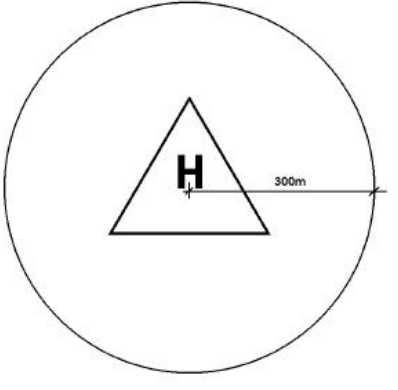
Figura 38 - Curva de Nível de Ruído 2

Quadro 77 – Parâmetros Básicos por Categoria do Aeródromo para a Curva de Nível de Ruído 1

Categoria do aeródromo	Comprimento	Largura
Aviação regular de grande porte de média densidade	Comprimento da pista projetada mais 1.500 m no seu prolongamento, em cada sentido	240 m de cada lado, a partir do eixo da pista
Aviação regular de grande porte de baixa densidade e/ou regular de médio porte de alta densidade	Comprimento da pista projetada mais 500 m no seu prolongamento, em cada sentido	150 m de cada lado, a partir do eixo da pista
Aviação regular de médio porte de baixa densidade e/ou aviação de pequeno porte	Comprimento da pista projetada mais 300 m no seu prolongamento, em cada sentido	100 m de cada lado, a partir do eixo da pista

Fonte: BRASIL, 1987.

Quadro 78 – Parâmetros Básicos por Categoria do Aeródromo para a Curva de Nível de Ruído 2

Categoria do aeródromo	Comprimento	Largura
Aviação regular de grande porte de média densidade	Comprimento da pista projetada mais 2.500 m no seu prolongamento, em cada sentido	600 m de cada lado, a partir do eixo da pista
Aviação regular de grande porte de baixa densidade e/ou regular de médio porte de alta densidade	Comprimento da pista projetada mais 1.200 m no seu prolongamento, em cada sentido	400 m de cada lado, a partir do eixo da pista
Aviação regular de médio porte de baixa densidade e/ou aviação de pequeno porte	Comprimento da pista projetada mais 500 m no seu prolongamento, em cada sentido	200 m de cada lado, a partir do eixo da pista

Fonte: BRASIL, 1987.

Fonte: BRASIL, 1987.

Figura 39 – Plano Básico de Zoneamento de Ruído de Aeródromo – Exemplo

No que diz respeito ao Plano Básico de Zoneamento de Ruído de Heliponto, as Figuras 40 e 41 mostram as Curvas de Nível de Ruído 1 e 2 a serem obedecidas quando de sua elaboração.

Figura 39 – Curva de Nível de Ruído 1 - Heliponto

Figura 40 – Curva de Nível de Ruído 2 - Heliponto

Fonte: BRASIL, 1987.

Esta Portaria apresenta ainda em seu Anexo D, um modelo da apresentação de projetos de tratamento acústico a ser seguido.

Este modelo compreende a obrigatoriedade da apresentação de informações relativas ao isolamento acústico proporcionado pelos materiais utilizados aos detalhes construtivos da vedação de esquadrias, ao atendimento a norma ABNT NBR 8572, aos cálculos realizados para a obtenção da redução de ruído, bem como o valor obtido e o valor exigido pela norma brasileira em vigor, a habilitação do profissional executor do projeto, além da Classe de Transmissão Sonora (STC) dos materiais utilizados e relação de normas e referências utilizadas, quando disponível.

2. Outras Portarias, Regulamento e Normas Técnicas

A primeira regulamentação relativa a restrições quanto à operação de aeronaves ruidosas no território nacional data de 06 de fevereiro de 1984, quando da aprovação da Portaria Nº 0220/GM5 que tratava das aeronaves *Non Noise Certificated* – NNC. Em outras palavras, de aeronaves que não atendiam ao Volume 1 *Aircraft Noise* do Anexo 16 à Convenção em Aviação Civil Internacional, da Organização de Aviação Civil Internacional (OACI), que é o documento oficial para a homologação de aeronaves subsônicas a jato e a hélice e helicópteros (IAC, 2000).

Esta portaria previa a proibição total destas aeronaves em 01 de janeiro de 1996. Todavia, outras portarias subseqüentes como a 0819/GM5, de 30 de outubro de 1985 e a 628/GM5 postergaram esta data para 01 de janeiro de 1998 e a Portaria 13/GM5, de 05 de janeiro de 1994, dilatou ainda mais este prazo para 31 de dezembro de 2000, conforme mostrado no Quadro 55.

Com relação as aeronaves do Capítulo 2, a Portaria Nº 628/GM, de 25 de agosto de 1992, estabeleceu as primeiras restrições operacionais com relação a estas aeronaves, principalmente em função da aprovação da Resolução A28/3, de 1990, da OACI, onde países da Europa, EUA, Japão, entre outros, estabeleceram severas restrições a estas aeronaves (IAC, 2000).

Similarmente ao ocorrido com as aeronaves *NNC*, as aeronaves do capítulo 2 tiveram a sua proibição total adiada pela Portaria Nº 13/GM5, de 5 de janeiro de 1994, para 31 de dezembro de 2010, que é justamente a época em que estas aeronaves provavelmente não estarão mais voando por razões econômicas, em função de sua vida útil e custos associados (IAC, 2000).

Os Quadros 64 e 65, apresentados no Apêndice 9.14, mostram a evolução da legislação brasileira no que se refere às restrições operacionais a, respectivamente, aeronaves NNC

e Capítulo 2, incluindo ainda uma comparação com as diretrizes da OACI, EUA e Comunidade Européia (IAC, 2000).

Existe ainda o **Regulamento Brasileiro de Homologação de Aeronaves – RBHA 36** -, aprovado pela Portaria Nº 299/DAC, de 17 de maio de 1999, que estabelece "Padrões de Ruído – Certificado de Homologação de Tipo" para aeronaves que operam no Brasil, em conformidade com o Volume I do Anexo 16 à Convenção em Aviação Civil Internacional, da Organização de Aviação Civil Internacional (OACI) – "Ruído de Aeronaves e o Regulamento Americano FAR 36 – "Padrões de Ruído – Certificação de Tipo e de Aeronavegabilidade de Aeronaves"dando opção ao requerente de escolher qual documento, na íntegra, será aplicado (BRASIL , 1999c).

Outrossim, foram produzidas **normas técnicas da ABNT especificamente relativas a ruído aeronáutico.** As mais recentes são as seguintes:

- NBR 11415 – Ruído Aeronáutico – Terminologia (1990);
- NBR 12314 – Critérios de ruído para recintos internos nas edificações submetidas ao ruído aeronáutico (1997);
- NBR 12859 – Avaliação do impacto sonoro gerado por operações aeronáuticas – Procedimento (1993);
- NBR 13368 – Ruído gerado por aeronaves – Monitoração – Método de ensaio (1995).

Apêndice 9.17

Legislações Municipais Comparadas à Norma NBR 10151

1. Região Nordeste

a) Considerações gerais

Das nove capitais foram obtidas as legislações das cidades de Fortaleza, Natal, Recife, Aracajú e Salvador, discriminadas a seguir. Estas legislações tinham por objetivo, de uma forma geral, a proteção e o combate a poluição sonora.

A Secretaria de Meio Ambiente de João Pessoa informou que a legislação de sua cidade está em fase de regulamentação e a de Maceió informou que, apesar de existir a legislação municipal, eles utilizam, na totalidade, a NBR 10151 remetida pela Resolução CONAMA 001/1990. Portanto, esta não foi analisada.

As legislações das outras duas cidades – Teresina e São Luiz – não foram obtidas, nem através de pesquisa, nem por intermédio de seus órgãos ambientais.

- **Fortaleza –** Lei Nº 8097, de 2 de dezembro de 1997 (FORTALEZA, 1997);
- **Natal** - Lei Nº 66, de 15 de setembro de 1978 (NATAL, 1978);
- **Recife** - Lei Nº 16243, de 13 de setembro de 1996 (RECIFE, 1996);
- **Aracajú** - Lei Nº 2410/96 (ARACAJU, 1996);
- **Maceió** - Lei Nº 4956, de 07 de janeiro de 2000, que altera a Lei Nº 4479, de 15 de fevereiro de 1996 (MACEIÓ, 2000);
- **Salvador** - Lei Nº 5354, de 28 de janeiro de 1998 (SALVADOR, 1998).

b) Referências Normativas/Definições/Equipamentos de Medição

A maioria das legislações da região nordeste não contempla definições, referências normativas ou especificação quanto a equipamento de medição, com exceção de Recife e Salvador.

Ambas as legislações das cidades supracitadas apresentam como referência normativa a norma NBR 10151. Todavia, a de Recife estabelece ainda a Norma NBR 7731 – Guia para a execução de serviços de medição de ruído aéreo e avaliação de seus efeitos sobre o homem e a NBR 10152 – Níveis de Ruído para Conforto Acústico.

Com relação a equipamentos de medição, a legislação de Recife especifica que estes devem seguir a NBR 7731 e a de Salvador a NBR 10151.

c) Procedimento de Medição

- **Fortaleza** - estabelece basicamente dois tipos de procedimento para os dois critérios adotados: um primeiro atrelado à fonte emissora e ao receptor. Um segundo, preconizando uma diferenciação de metodologia de medição em função do período do dia, estabelecendo que no período noturno a medição tem que ser realizada, a partir do limite do imóvel onde se encontra a fonte emissora e dentro do limite do imóvel onde se dá o incômodo. Enquanto que no diurno, apenas se considera a fonte emissora. Em ambos os casos, não especifica o método de medição, segundo o item 5- Procedimento de medições da NBR 10151.

- **Natal** - simplesmente remete às normas prescritas pela ABNT, sem, contudo, especificar qual.

- **Recife** - prescreve que as medições devem ser realizadas dentro dos limites da propriedade onde se dá o incômodo, adotando, porém que o posicionamento do microfone se dê, no máximo a 1,50 m destes limites. Não obstante, a NBR 10151 sofreu revisão, preconizando que, no subitem 5.2 Medições no exterior de edificações do item 5- Procedimento de medições, as medições devem ser efetuadas, tanto no exterior das edificações que contém a fonte quanto no exterior da habitação do reclamante, em pontos afastados de aproximadamente 2m do limite da propriedade e de quaisquer superfícies refletoras.

- **Aracajú** - estabelece que as medições devem ser efetuadas em quaisquer pontos, a partir dos limites do imóvel onde se encontra a fonte emissora ou no ponto de maior nível de intensidade do recinto receptor, sem, contudo, precisar o método de medição em ambos os casos, segundo o item 5- Procedimento de medições da NBR 10151.

- **Salvador** - estabelece procedimento, tanto para medições no exterior do imóvel onde se localiza a fonte quanto no interior do imóvel do reclamante, estando em conformidade com aquele preconizado no item 5- Procedimento de medições da NBR 10151.

Cumpre observar que todos os procedimentos de medição dessas legislações não fazem menção à utilização do nível de pressão sonora equivalente - L_{Aeq} – como indicador a ser medido, de acordo com o item 5- Procedimentos de medição da NBR 10151.

d) Critérios de ruído

- **Fortaleza –** estabelece dois critérios:

Critério 1

O nível máximo de som permitido a máquinas, motores, compressores e geradores estacionários é apresentado no Quadro 78.

Quadro 79 – Nível Máximo de Pressão Sonora permitido em dB(A) – Máquinas, Motores e Geradores estacionários - Fortaleza

Nível Máximo dB(A)	
Diurno (07 às 18h)	**Noturno (18 às 7h)**
55	50

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Critério 2

O nível máximo de som permitido a alto-falantes, rádios, orquestras, instrumentos isolados, bandas, aparelhos ou utensílios sonoros de qualquer natureza usados em residenciais, estabelecimentos comerciais e de diversões públicas, festivais esportivos, comemorações e atividades congêneres é apresentado no Quadro 80.

Quadro 80 - Nível Máximo de Pressão Sonora permitido em dB(A) – Outras fontes

Nível Máximo dB(A)	
Diurno (6 às 22 h)	**Noturno (22 e 6 h)**
70	60 exterior 55 interior

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Observa-se que os critérios adotados são atrelados à tipologia de fontes, não considerando a lei de uso de solo, conforme preconizado na NBR 10151. Além disto, o horário estabelecido para o período noturno no critério 2 está em discordância com aquele recomendado no subitem 6.2.2 do item 6- Avaliação do Ruído da NBR 10151, conforme a seguir descrito: *"Porém, o período noturno não deve começar depois das 22 horas e não deve terminar antes das 7 horas do dia seguinte. Se o dia seguinte for domingo ou feriado o término do período noturno não deve ser antes das 9 horas"*.

- **Natal –** estabelece o limite de 85 dB(A), tanto no exterior quanto no interior, para os níveis de sons ou ruídos produzidos no interior dos recintos.

Esse critério não considera período do dia nem a lei de uso do solo, conforme a NBR 10151. Além disto o nível limite adotado é superior ao nível mais alto (menos restritivo) estipulado pela referida norma para Área Predominante Industrial no subitem 6.2.4 do item 6-Avaliação de Ruído.

- **Recife –** estabelece basicamente dois critérios:

Critério 1

Atrelado ao ruído de fundo

Quadro 81 - Nível Máximo de Pressão Sonora permitido em dB(A) em função do Ruído de Fundo

Nível Máximo dB(A)
10B(A) acima do ruído de fundo, sem tráfego

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Critério 2

Independente do ruído de fundo

Quadro 82 - Nível Máximo de Pressão Ssonora dB(A) permitido em dB(A), independente do Ruído de Fundo.

Nível Máximo dB(A)	
Diurno (6 às 18 h)	**Noturno (18 e 6 h)**
70	60

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Quadro 83 - Nível Máximo de Pressão Sonora permitido em dB(A), independente do Ruído de Fundo. , para alguns Locais Específicos.

Local	Nível Máximo dB(A)	
escola, creche, biblioteca pública, cemitério, hospital, ambulatório, casa de saúde ou similar.	**Diurno (6 às 18 h)**	**Noturno (18 e 6 h)**
	55	45

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Observa-se que os critérios adotados não consideram a lei de uso do solo, conforme a NBR 10151, bem como o horário estabelecido para o período noturno está em discordância com aquele recomendado no subitem 6.2.2 do item 6- Avaliação do Ruído da NBR 10151, conforme a seguir descrito: *"Porém, o período noturno não deve começar depois das 22 horas e não deve terminar antes das 7 horas do dia seguinte. Se o dia seguinte for domingo ou feriado o término do período noturno não deve ser antes das 9 horas"*.

Verifica-se ainda que o critério de nível máximo independente do ruído de fundo torna-se inviável quando, por exemplo, o nível de ruído ambiente (L_{ra}) já se encontra acima dos níveis especificados para os períodos diurno e noturno.

Outrossim, o nível máximo especificado para o período do dia (55 dB(A)) especificado no Quadro 60 é superior àquele recomendado pela NBR 10151 (50 dB(A)) para esses locais.

Outros locais, notadamente, zonas estritamente residenciais podem ser submetidas a níveis acima daqueles estipulados pela NBR 10151.

- **Aracajú –** estabelece um critério que considera apenas o nível máximo de som/ruído permitido a máquinas, motores, compressores e geradores estacionários, cujos valores são apresentados no Quadro 83.

Quadro 84 - Nível Máximo de Pressão Sonora permitido em dB(A) – Máquinas, Motores e Geradores estacionários - Aracajú.

Nível Máximo dB(A)	
Diurno (07 às 18h)	**Noturno (18 às 7h)**
55	50

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Observa-se que o critério adotado não considera a lei de uso do solo, conforme a NBR 10151. Além disso esses níveis máximos, segundo o procedimento de medição adotado, devem ser atendidos tanto ao nível da fonte emissora quanto ao nível do receptor, podendo, em alguns casos, ser muito restritivo, considerando-se a fonte, ou mesmo pouco restritivo, considerando-se, por exemplo, áreas estritamente residenciais ou de hospitais e escolas.

- **Salvador –** estabelece três critérios, como se segue:

Critério 1:

Os níveis máximos de sons e ruídos de qualquer fonte emissora e natureza, em empreendimentos ou atividades residenciais, comerciais, de serviços, institucionais, industriais ou especiais, públicas ou privadas assim como em veículos automotores são apresentados no Quadro 85.

Quadro 85 - Nível Máximo de Pressão Sonora permitido em dB(A) para qualquer Fonte Emissora e Natureza

Nível Máximo dB(A)	
Diurno (7 às 22h)	**Noturno (22 às 7h)**
70	60

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Critério 2:

Os níveis máximos de sons e ruídos para os sons e ruídos que forem causados por máquinas, motores, compressores ou geradores estacionários são mostrados no Quadro 85.

Quadro 86 - Nível Máximo de Pressão Sonora permitido em dB(A) – Máquinas, Motores e Geradores Estacionários - Salvador.

Nível Máximo dB(A)	
Diurno (7 às 18h)	**Noturno (18 às 7h)**
55	50

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Critério 3:

Os níveis máximos de sons e ruídos medidos em ambientes internos são apresentados no Quadro 86.

Quadro 87 - Nível Máximo de Pressão Sonora permitido em dB(A) medidos em Ambientes Externos

Ambiente interno	Nível Máximo dB(A)	
	Diurno (7 às 22h)	**Noturno (22 às 7h)**
Hospitais	45	45
Outros	60	55

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Observa-se que os critérios adotados não consideram a lei de uso do solo, conforme a NBR 10151. Além disto, considerando-se os níveis máximos estabelecidos no critério 1, pode-se dizer que estes, em alguns casos, são elevados, tendo em vista a maior proximidade com um receptor sensível ao ruído (residências, escolas, etc.). Este critério também se aplica a veículos automotores. Entretanto, tais níveis são muito restritivos, como pode ser visto na Resolução CONAMA 252, de 01 de fevereiro de 1999.

Considerando o critério 3 verifica-se que os níveis máximos estabelecidos são superiores àqueles recomendados pela NBR 10151, observando-se o nível critério de avaliação para ambientes internos contemplados no subitem 6.2.3 do item 6-Avaliação do ruído.

2. Região Norte

a) Considerações gerais

Das seis capitais obteve-se as legislações das cidades de Manaus, Rio Branco, Boa Vista, Belém e Palmas, discriminadas a seguir. Apenas as duas últimas são legislações que tratam exclusivamente da questão de proteção e o combate a poluição sonora. A legislação da cidade de Macapá e de Porto Velho não foram obtidas, nem através de pesquisa, nem por intermédio de seus órgãos ambientais.

- **Manaus -** Lei Nº 605, de 24 de julho de 2001 (MANAUS, 2001);
- **Belém** - Lei Nº 7990, de 10 de janeiro de 2000 (BELÉM, 2000);
- **Palmas** - Lei Nº 1011 – 4 de junho de 2001 (PALMAS, 2001);
- **Boa Vista** - Lei Nº 18/74, de 21 de agosto de 1974 (BOA VISTA, 1974);
- **Rio Branco** - Lei Nº 1330, de 23 de setembro de 1999 (RIO BRANCO, 1999).

b) Referências Normativas/Definições/Equipamentos de Medição

Apenas foram encontradas referências normativas nas legislações de Rio Branco e Belém. Ambas citam como referência a Resolução CONAMA 001, de 8 de março de 1990 (NBR 10151) e a de Rio Branco refere-se à Portaria N° 92, de 19/06/80, do Ministério do Interior, que não se encontra mais em vigor.

Com relação às definições estas só foram identificadas em três legislações, porém sem aplicação, seja porque a legislação só contempla definições (no caso de Manaus e Palmas), seja porque não são utilizadas no próprio texto da norma (no caso específico de Belém).

No que diz respeito aos equipamentos de medição apenas a legislação de Belém faz menção à utilização de decibelímetro, porém sem especificá-lo.

c) Procedimento de Medição

Somente as legislações de Belém e de Boa Vista possuem procedimentos de medição.

- **Belém –** estabelece que as medições sejam realizadas dentro dos limites reais de propriedade onde se dá o suposto incômodo, de acordo com a NBR 10151.

- **Boa Vista –** estabelece dois procedimentos: o primeiro voltado para a questão de medição de ruído veicular e o segundo relativo à medição de ruído produzido por instalações em imóveis, como se segue:

Procedimento 1:

O nível máximo de som ou ruído para veículos (Critério 1) deve ser medido à distância de 7,00m (sete metros) do veículo ao ar livre, em situação normal .

Procedimento 2:

Os níveis máximos estipulados no Critério 2 do item 6 devem ser medidos à distância de 5,00m (cinco metros) de qualquer ponto das divisas do imóvel, onde aquelas instalações estejam localizadas ou no ponto de maior intensidade de ruído no edifício.

Observa-se que a legislação de Belém remete a NBR 10151, porém a de Boa Vista apresenta dois procedimentos, sendo que o segundo estabelece a distância de 5,00 m para a realização de medições, que não está em conformidade com a NBR 10151. Esta preconiza que "no exterior das edificações que contêm a fonte, as medições devem ser efetuadas em pontos afastados de aproximadamente 1,2 m do piso e 2 m do limite da propriedade e de quaisquer outras superfícies refletoras, como muros, paredes etc.. Na impossibilidade de atender alguma destas recomendações, a descrição da situação medida deve constar no relatório".

d) Critérios de ruído

Somente as legislações de Belém e de Boa Vista possuem critérios de ruído.

- **Belém –** estabelece que a emissão de sons ou ruídos em decorrência de qualquer atividade no município de Belém, e seus níveis de intensidade, são fixados de acordo com as recomendações da NBR 10.151 da ABNT, ou a que lhe suceder.

O limite máximo em decibéis medido no limite real de propriedade é mostrado no Quadro no Quadro 88.

Quadro 88 – Nível de Pressão Sonora, medido no limite Real de Propriedade

Nível Máximo dB(A)	
Diurno (6 às 18h)	**Noturno (18 às 6h)**
70	60

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

- **Boa Vista –** estabelece dois critérios apresentados a seguir.

Critério 1:

O nível máximo de som ou ruído para veículos é aquele apresentado no Quadro 88.

Quadro 89 – Nível de Pressão Sonora para Veículos

Nível Máximo dB(B)
85

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Critério 2:

O nível máximo de som ou ruído permitido a máquinas, compressores e geradores estacionários, que não se enquadrarem no parágrafo anterior (Critério 1), bem como alto-falantes, rádios, orquestras, instrumentos isolados, aparelhos e utensílios de

qualquer natureza, usados em estabelecimentos comerciais ou de diversões públicas como parques de diversões, bares, restaurantes, cantinas e clubes noturnos, clubes esportivos, sociedades recreativas e congêneres é, dependendo do período do dia, determinado pelos valores no Quadro 89.

Quadro 90 – Nível de Pressão Sonora máximo permitido em dB(A) para Outras Fontes que não sejam Veículos

Nível Máximo	
dB(B)	**dB(A)**
Diurno (7 às 19h)	**Noturno (19 às 7h)**
55	45

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Observa-se que os critérios adotados para ambas legislações são atrelados a tipologia de fontes, não considerando a lei de uso de solo, conforme preconizado na NBR 10151.

O horário estabelecido para o período noturno para Belém está em discordância com aquele recomendado no subitem 6.2.2 do item 6 Avaliação do Ruído da NBR 10151, conforme a seguir descrito: *"Porém, o período noturno não deve começar depois das 22 horas e não deve terminar antes das 7 horas do dia seguinte. Se o dia seguinte for domingo ou feriado o término do período noturno não deve ser antes das 9 horas"*.

Verifica-se ainda que os níveis máximos estipulados são compatíveis com aqueles estabelecidos na NBR 10151 para Área predominantemente industrial, sendo portanto elevados, considerando-se, principalmente, áreas residenciais.

Outrossim, o nível máximo estabelecido no critério 2 período diurno da legislação de Boa Vista adotada a curva de compensação B que não é usual.

3. Região Centro-Oeste

a) Considerações gerais

Das quatro capitais, se obteve as legislações das cidades de Campo Grande e Distrito Federal, discriminadas a seguir. As legislações das cidades de Goiânia e Cuiabá não

foram conseguidas, nem através de pesquisa, nem por intermédio de seus órgãos ambientais.

- **Campo Grande** - Lei Nº 08, de 28/03/1996 (CAMPO GRANDE, 1996);
- **Distrito Federal** - Lei Nº 1065, de 6 de maio de 1996 (DISTRITO FEDERAL, 1996).

b) Referências Normativas/Definições/Equipamentos de Medição

Apenas foram encontradas referências normativas na legislação de Distrito Federal, onde é feita referência a NBR 10151 e 10152.

Considerando-se as definições somente a legislação de Campo Grande as apresenta, porém sem aplicação.

No que diz respeito aos equipamentos de medição, apenas a legislação de Distrito Federal faz referência a utilização de instrumento adequado, em decibel.

c) Procedimento de Medição

As legislações de Campo Grande e Distrito Federal possuem procedimentos de medição, como a seguir discriminado:

- **Campo Grande –** estabelece que o método utilizado para a medição e avaliação obedecerá às recomendações das normas NBR 10.151 e NBR 10.152, ou as que lhes sucederem. Além disto preconiza que o nível de som da fonte poluidora deverá ser medido a 5m (cinco metros) de qualquer divisa de imóvel, ou medido dentro dos limites reais da propriedade onde se dá o suposto incômodo.

  Observa-se que esta faz referência à medição de nível de pressão sonora equivalente (L_{Aeq}).

- **Distrito Federal –** estabelece que a metodologia adotada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas deve ser seguida (NBR 10151 e NBR 10152).

d) Critérios de ruído

As legislações destas capitais possuem os seguintes critérios de ruído.

- **Campo Grande -** estabelece como critério os Limites Máximos Permissíveis de Ruídos apresentados no Quadro 91.

Quadro 91 - Limites Máximos de Pressão Sonora Permissíveis de Ruído.

Zona	Período do dia		
	Diurno (6 às 18h)	**Vespertino (18 às 21hs)**	**Noturno (21 às 6h)**
Todas as ZR	55	50	45
Todas as ZC	60	55	55
Todas as ZI	70	60	60
Todas as ZN, ZT e CM	65	60	55

Legenda: ZR - Zona Residencial (ZR.1.2.3.4.);

ZC - Zona Comercial e de Serviços (ZC.1.2.3)

ZI - Zona Industrial (ZI.1.2);

ZN - Zona Institucional (ZN.1.2);

ZT - Zona de Transição (ZT.1.2.3);

CM - Corredor de Uso Múltiplo (CM.1.2).

Fonte: CAMPO GRANDE, 1996.

- **Distrito Federal** - estabelece como níveis sonoros máximos permitidos em ambientes externos e internos aqueles fixados pelas Normas.

Observa-se que o critério adotado na legislação de Campo Grande não faz distinção entre os níveis limites para cada ZR, conforme a NBR 10151. Sendo, portanto, menos restritiva que a federal no período diurno e mais restritiva no noturno. Assim, considerando-se zonas estritamente residenciais, o nível limite tem que ser reduzido.

Já a legislação do Distrito Federal remete às normas, porém não as especifica.

4. Região Sudeste

a) Considerações gerais

Foram obtidas todas as legislações das capitais desta região, como se segue:

- **Belo Horizonte** - Lei Nº 4253, de 04 de dezembro de 1985 (BELO HORIZONTE, 1985);
- **São Paulo** - Lei Nº 11804, de 19 de junho de 1995 (SÃO PAULO, 1995);
- **Rio de Janeiro** - RESOLUÇÃO SMAC Nº 198, de 22 de fevereiro de 2002 (RIO DE JANEIRO, 2002);
- **Vitória** - RESOLUÇÃO COMDEMA Nº 10, de 06 de abril de 1998 (VITÓRIA, 1998).

b) Referências Normativas/Definições/Equipamentos de Medição

Todas as legislações fazem referência a NBR 10151, com exceção da de Belo Horizonte que faz menção à NBR 7731 - Guia para a execução de serviços de medição de ruído aéreo e avaliação de seus efeitos sobre o homem. Além disto a de Vitória faz referência a norma NBR 10152.

Com relação a definições pode-se dizer que apenas nas legislações de Belo Horizonte e Vitória estas são contempladas. Entretanto, as definições adotadas pela de Vitória não possuem aplicação direta no texto.

Considerando-se equipamentos de medição todas as legislações fazem abordagem a este assunto com exceção da do Rio de Janeiro.

A legislação de Belo Horizonte remete à Norma NBR 7731 - Guia para a execução de serviços de medição de ruído aéreo e avaliação de seus efeitos sobre o homem - e a de Vitória remete às normas NBR 10151 e 10152.

A de São Paulo faz menção apenas ao uso de decibelímetros, sem maiores detalhes.

c) Procedimento de Medição

As legislações destas capitais possuem procedimentos de medição, como a seguir discriminado:

- **Belo Horizonte –** Estabelece que a medição do nível de som deverá feita utilizando a curva de ponderação A com circuito de resposta rápida, e o microfone deverá estar afastado, no mínimo, de 1,5m (um metro e cinqüenta centímetros) dos limites reais da propriedade onde se dá o suposto incômodo, e à altura de 1,2 (um metro e vinte centímetros) do solo.

O nível de som medido será função da natureza da emissão, admitindo-se os seguintes casos:

I - ruído contínuo: o nível de som será igual ao nível de som medido;

II - ruído intermitente: o nível de som será igual ao nível de som equivalente (Leq);

III - ruído impulsivo - o nível de som será igual ao nível de som equivalente mais cinco decibéis (Leq+5 dB(A)).

Além disto estabelece que o método utilizado para medição e avaliação dos níveis de som e ruído obedeçam as recomendações da Norma NBR 7731 - Guia para a execução de serviços de medição de ruído aéreo e avaliação de seus efeitos sobre o homem.

- **São Paulo –** Estabelece que deverá ser utilizado como método para medição de nível de ruído, o contido na Norma Brasileira Registrada (NBR) 10151, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

- **Rio de Janeiro –** Estabelece que os procedimentos de medição e correção de nível de ruído atenderão aos critérios da NBR 10151/2000.

- **Vitória –** Estabelece que os níveis de pressão sonora fixados por esta Resolução, bem como os equipamentos e métodos utilizados para a medição e avaliação, obedecerão as recomendações das normas NBR 10.151 e NBR 10.152, ou às que lhes sucederem.

Observa-se que todas remetem a norma NBR 10151, além da 10152 que é referenciada na de Vitória. Não obstante, a de Belo Horizonte remete a norma NBR 7731 - Guia para a execução de serviços de medição de ruído aéreo e avaliação de seus efeitos sobre o homem – que é uma norma voltada, como o próprio título diz, para a medição de ruído aéreo.

Outrossim, a distância de 1,5 m adotada no procedimento desta legislação não está de acordo com aquela estabelecida no subitem 5.2.1 do item 5- Procedimentos de medição da NBR 10151.

d) Critérios de ruído

As legislações destas capitais possuem os seguintes critérios de ruído:

- **Belo Horizonte**

Critério 1

O nível de som proveniente da fonte poluidora não poderá exceder de 10 (dez) decibéis (dB(A)) o nível do ruído de fundo existente no local;

Critério 2

Independente do ruído de fundo, não poderá exceder os níveis fixados no Quadro 91.

Quadro 92 – Níveis Máximos de Pressão Sonora permitidos em dB(A), independente do Ruído de Fundo - BH

Local da propriedade onde se dá o suposto incômodo		Horário		
Zona de uso e ocupação do solo (1)	**Classificação das vias (1)**	**Diurno (7 às 19hs)**	**Vespertino (19 às 22hs)**	**Noturno (22 às 7hs)**
ZPAM, ZP1 e ZP2	Todas as vias	55	50	45
Demais zonas	Local	60	55	50
	Coletora	65	60	55
	Ligação regional e arterial	70	60	55

Legenda:

ZPAM – Zona de proteção ambiental

ZP1 – Zona de proteção 1

ZP2 - Zona de proteção 2

(1) De acordo com a lei municipal n 7166 de 27/08/96

Fonte: BELO HORIZONTE, 1985.

Observações

Quando a propriedade onde se dá o suposto incômodo tratar-se de escola, creche, biblioteca pública, cemitério, hospital, ambulatório, casa de saúde ou similar, deverão ser atendidos os menores limites estabelecidos no Quadro 70 (Tabela 1 da lei mencionada no item II deste artigo), independentemente da efetiva zona de uso e classificação viária.

- **São Paulo –** São prejudiciais à saúde e ao sossego público emissões de ruídos em níveis superiores ao traçado pela Norma Brasileira Registrada (NBR) 10.151, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que fixa como elementos básicos para avaliação de ruídos em áreas habitadas:

I - As zonas de uso existentes na cidade de São Paulo, em conformidade com a Lei nº 7.805, de 1º de novembro de 1972;

II - Os períodos de emissão de ruídos , compreendidos para o período diurno, o horário das 6:00 às 20:00 e para o período noturno, o horário das 20:00 às 6:00 horas.

Os sons produzidos por obras de Construção Civil, por fontes móveis e automotores e por fontes diversas que flagrantemente perturbam o sossego da comunidade circundante, serão limitados pelos critérios estabelecidos na NBR 10.151.

- **Rio de Janeiro –** Estabelece que serão adotados os níveis de critério de avaliação constantes da NBR 10.151/2000, conforme Quadro 71, exceto para os cultos religiosos, cujo limite permitido é de 75 dB(A), apenas para o período diurno, conforme determina o Art. 1º da Lei 3.342/01, que altera o Art. 11 da Lei 3.268/01.

Quadro 93 - Nível de Critério de Avaliação para Ambientes Externos, de acordo com a NBR 10.151/2000, e Zoneamento Municipal por Similaridade

Tipos de áreas	Período diurno	Período noturno	Zoneamento Municipal (por similaridade)
Áreas de sítios e fazendas	40	35	(zonas de preservação e conservação de unidades de conservação ambiental, e zonas agrícolas
Área estritamente residencial urbana, ou hospitais, ou escolas	50	45	ZRU
Área mista, predominantemente residencial	55	50	ZR1, ZR2, ZR6, ZRM, ZOC
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55	ZR3, ZR4, ZR5, ZUM, CB de ZR, ZC, ZCS
Área mista, com vocação recreacional	65	55	ZT, AC, ZP, CB de ZT
Área predominantemente industrial	70	60	ZPI, ZI, ZIC, CB de ZI

Fonte: RIO DE JANEIRO, 2002.

- **Vitória –** Estabelece três critérios de ruído, a seguir apresentados:

Critério 1

Os limites máximos de pressão sonora para as zonas de uso definidos pelo Plano Diretor Urbano de Vitória, Lei nº 4167/94, apresentados no Quadro 93.

Quadro 94 - Limites máximos de Nível de Pressão Sonora para as Zonas de Uso definidos pelo Plano Diretor Urbano de Vitória

Zona	Limite máximo dB(A)	
	Diurno (7 às 20h)	Noturno (20 às 7h)
Zonas residenciais	55	50
Zona do parque tecnológico	65	60
Zona portuária	75	70
Zona aeroportuária	75	70
Zona industrial	75	70
Zona de usos diversos	65	60

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Observações:

- Para as zonas naturais não inseridas nas zonas sensíveis a ruído, a SEMMAM adotará os limites máximos de pressão sonora das zonas limítrofes, observando o disposto no Art. 17 (Para a execução de música mecânica e ao vivo nos quiosques localizados nas praias do Município de Vitória, será adotado o limite de 70 dB(A) medido a 05 (cinco) metros da fonte emissora) desta Resolução;

- Quando a fonte poluidora e a propriedade onde se dá o suposto incômodo localizarem-se em diferentes zonas de uso e ocupação, serão considerados os limites estabelecidos para a zona em que se localiza a propriedade;

- Quando a propriedade onde se dá o suposto incômodo, tratar-se de zona sensível a ruídos, independentemente da efetiva zona de uso, deverá ser observada a faixa de 200 m (duzentos metros) de distância.

Critério 2

Os trios elétricos e veículos similares, deverão obedecer ao limite máximo de dBA (cem decibéis na curva de ponderação A) medidos a uma distância de 05 (cinco) metros da fonte de emissão, a altura de 1,20 m (um metro e vinte centímetros) do solo.

Critério 3 - para a execução de música mecânica e ao vivo nos quiosques localizados nas praias do Município de Vitória, será adotado o limite de 70 dB(A) medido a 05 (cinco) metros da fonte emissora.

Observa-se que o critério de avaliação adotado na legislação de Belo Horizonte é atrelado a um nível máximo, a partir do nível de ruído de fundo existente no local, e a um nível máximo relacionado, independente do ruído de fundo, ao uso e ocupação do solo e classificação das vias. Este último não está de acordo com a NBR 10151, tendo em vista que os níveis estabelecidos para as zonas que não são de proteção podem, em alguns casos, ser elevados, como por exemplo, quando se tratar de áreas estritamente residenciais.

A legislação de São Paulo está de acordo com a NBR 10151, exceto no que diz respeito à questão do horário limite estabelecido para o período noturno que está em discordância com aquele recomendado no subitem 6.2.2 do item 6- Avaliação do Ruído da NBR 10151, conforme a seguir descrito: *"Porém, o período noturno não deve começar depois das 22 horas e não deve terminar antes das 7 horas do dia seguinte. Se o dia seguinte for domingo ou feriado o término do período noturno não deve ser antes das 9 horas"*.

A legislação do Rio de janeiro está de conformidade com a NBR 10151, exceto, considerando-se o caso específico dos cultos religiosos, cujo limite permitido é de 75 dB(A), para o período diurno.

A legislação de Vitória apresenta um critério atrelado ao uso e ocupação do solo, porém em desconformidade com àquele recomendado pela NBR 10151, além de outros dois relativos à emissão de fontes específicas.

5. Região Sul

a) Considerações gerais

Foram obtidas todas as legislações das capitais desta região, como se segue:

- **Florianópolis** - Lei Complementar CMF Nº 003/99;
- **Porto Alegre** - Decreto Nº 8.185, de 07 de março de 1983 - Regulamenta a Lei Complementar Nº 65, de 22.12.81;
- **Curitiba** - Lei Nº 8.583, de 2 de Janeiro de 1995.

b) Referências Normativas/Definições/Equipamentos de Medição

Todas as três legislações fazem referência a NBR 10151 e NBR 10152.

Com relação a definições pode-se dizer que em todas as legislações estas são contempladas. Entretanto, as definições adotadas na de Florianópolis e Curitiba não possuem aplicação direta no texto.

Considerando-se equipamentos de medição apenas na legislação de Porto Alegre é feita abordagem a este assunto, sem, contudo, apresentar maiores detalhes com relação a

especificação do equipamento, tendo em vista que, para alguns casos, é exigida a utilização de um medidor dotado de filtro por faixa de oitava.

c) Procedimento de Medição

As legislações destas capitais possuem procedimentos de medição, como a seguir discriminado:

- **Florianópolis** – Estabelece que os níveis de intensidade de sons ou ruídos fixados por esta Lei Complementar, bem como o nível equivalente e o método utilizado para a medição e avaliação, obedecerão as recomendações das normas NBR 10.151 e NBR 10.152, ou às que lhes sucederem.

  Estabelece ainda que o nível de som da fonte poluidora deve ser medido a 5,00m (cinco metros) de qualquer divisa do imóvel, ou medido dentro dos limites reais da propriedade onde se dá o suposto incômodo.

- **Porto Alegre** – Estabelece que os equipamentos e técnicas utilizados no controle da poluição sonora, quando não especificados, deverão seguir as recomendações da ABNT.

- **Curitiba –** Estabelece que os níveis de intensidade de sons ou ruídos fixados por esta Lei Complementar, bem como o nível equivalente e o método utilizado para a medição e avaliação, obedecerão as recomendações das normas NBR 10.151 e NBR 10.152, ou às que lhes sucederem.

  Estabelece ainda que o nível de som da fonte poluidora deve ser medido a 5,00m (cinco metros) de qualquer divisa do imóvel, ou medido dentro dos limites reais da propriedade onde se dá o suposto incômodo.

Observa-se que todas as legislações remetem as Normas NBR 10.151 e NBR 10.152, ou às que lhes sucederem, com exceção da de Porto Alegre que não especifica qual norma ABNT.

d) Critérios de ruído

- **Florianópolis –** estabelece que o nível equivalente e o método utilizado para a medição e avaliação obedecerão às recomendações das normas NBR 10.151 e NBR 10.152, ou às que lhes sucederem.

Critério 1

O nível de som da fonte poluidora, medidos a 5,00m (cinco metros) de qualquer divisa do imóvel, ou medido dentro dos limites reais da propriedade onde se dá o suposto incômodo, não poderá exceder os níveis fixados no Quadro 94 (Tabela 1 desta Lei Complementar).

Quadro 95 - Limites Máximos Permissíveis de Níveis de Pressão Sonora.

	Diurno (7 às 19hs)	**Vespertino (19 às 22hs)**	**Noturno (22 às 7hs)**
Todas as ARE, AER, AMR e APL	55 dB (A)	50 dB (A)	45 dB (A)
Todas as ARP, APT, ACI, AVL e AVP	60 dB (A)	55 dB (A)	50 dB (A)
Todas as AMC e ATR	65 dB (A)	60 dB (A)	55 dB (A)
Todas as AMS, AS e AIE	70 dB (A)	60 dB (A)	60 dB (A)

Legenda:

ARE - Área residencial exclusiva
AVL - Área verde de lazer
ARP - Área residencial predominante
AVP - Área verde de uso privado
ATR - Área turística residencial
AER - Área de exploração rural
AMC - Área mista central
ACI - Área comunitária institucional

AMR - Área mista rural
APT - Área de parque tecnológico
AMS - Área mista de serviço
APL - Área de preservação com uso limitado
AS - Área serviço exclusivo
AIE - Área industrial exclusiva

Fonte: FLORIANÓPOLIS, 1999.

Observações:

- Quando a fonte poluidora e a propriedade onde se dá o suposto incômodo estiverem localizadas em diferentes zonas de uso e ocupação, serão considerados os limites estabelecidos para a zona em que se localiza a propriedade onde se dá o suposto incômodo;
- Quando a propriedade onde se dá o suposto incômodo estiver situada em local próximo a escola, creche, biblioteca pública, centro de pesquisas, asilo de idosos, hospital, maternidade, ambulatório, casa de saúde ou similar com leitos para internamento, deverão ser atendidos os limites estabelecidos para Área Residencial Exclusiva - ARE, independentemente da efetiva zona de uso e deverá ser observada a faixa de 200,00m (duzentos metros) de distância, definida como zona de silêncio;
- Quando o nível de ruído proveniente de tráfego, medido dentro dos limites reais da propriedade onde se dá o suposto incômodo vier a ultrapassar os níveis fixados por esta Lei Complementar, caberá à Fundação Municipal do Meio Ambiente - FLORAM articular-se com os órgãos competentes, visando a adoção de medidas para eliminação ou minimização dos distúrbios sonoros.

Critério 2

O nível de som provocado por máquinas e aparelhos utilizados nos serviços de construção civil, devidamente licenciados, deverá atender aos limites máximos estabelecidos no Quadro 96 (Tabela II desta Lei Complementar).

Existindo legislação federal e estadual sobre os níveis de ruídos admissíveis será aplicada a mais restritiva.

Quadro 96 - Serviços de Construção civil

Atividades	Nível de ruído
Atividades não confináveis	85 dB (A) para qualquer zona, permitido somente no horário diurno
Atividades passíveis de confinamento	Limite da zona constante na Tabela 51 (Tabela I) acrescido de 5 (cinco) dB (A) nos dias úteis em horário diurno. Limite da zona constante na Tabela 51 (Tabela I) para os horários vespertino e noturno nos dias úteis e qualquer horário nos domingos e feriados

Fonte: FLORIANÓPOLIS, 1999.

Observa-se que os níveis critério de ruído do Critério 1 são estabelecidos em função do zoneamento, de acordo com a Norma NBR 10151. Todavia, os valores adotados para o período diurno em todos os casos são superiores aqueles preconizados pela norma, com exceção daqueles estabelecidos para zona industrial exclusiva. Os valores estipulados para os períodos diurno e noturno para Área mista de serviço e Área serviço exclusivo também são superiores.

O critério 2 é um critério adicional, considerando-se ruído de construção civil. Os limites estabelecidos são também atrelados ao zoneamento. Comparando-se os limites impostos neste critério com os do critério 1, pode-se dizer que estes limites são elevados, permitindo, por exemplo, que uma obra realizada em uma Área Residencial Exclusiva possa emitir níveis de ruído 30 dB acima do preconizado para esta área durante o período diurno, considerando-se atividades não confináveis.

- **Porto Alegre –** estabelece dois critérios:

Critério 1

Os níveis máximos de intensidade de som ou ruídos permitidos são:

- para **unidades territoriais residenciais**, no horário diurno, **55 dB-A**;
- para as **demais zonas e horários** são os fixados nas **Tabelas de Correção I e II** constantes do Anexo II.

Quadro 97 - Tabela de Correção 1 do Anexo II

Horário	Correção
Diurno	0
Vespertino	-5 dB-A
Noturno	-10 dB-A

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Quadro 98 - Tabela de Correções 2 do Anexo II

Grupamento das atividades conforme UTPS Classificação de acordo com LC Nº 43/79	Correção dB-A
01 a 07	0
09 a 17 e 95	+5
21 a 25	+10
27 a 39	+20
41 a 47	+25
53 a 69	+10
71 a 87	+20
90 a 99	definir caso a caso

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Observações:

- Em UTPs com GA de 21 a 25 e 53 a 69 que possuírem rotas principais de tráfego, a correção a que se refere à Tabela II será de +15 dB-A;

- Nas zonas sensíveis a ruído, a correção a que se refere à Tabela II será de -5dB-A. Segundo o Art. 26 deste Decreto, as atividades que determinam a existência de zonas sensíveis a ruídos incluem escolas, bibliotecas públicas, hospitais e creches, reservas biológicas e parques urbanos e naturais.

Critério 2

Sempre que uma atividade houver se instalado em desconformidade com a utilização do solo prevista pelo I PDDU (Atividade Classe 1, 2 ou 3 estabelecida no Anexo I deste Decreto) e quando a zona de influência da fonte de ruído ultrapassar os limites da unidade territorial onde a mesma se encontra, os níveis máximos de pressão sonora por faixa de oitava freqüência, de acordo com a classe da atividade e o período do dia, serão:

Quadro 99 - Níveis Máximos de Pressão Sonora por Faixa de Oitava de Freqüência passíveis de serem recebidos por qualquer atividade de Classe 1, de acordo com a sua origem, em atividades de Classe 1, 2 ou 3, no horário compreendido entre as 07 e 19 horas.

Freqüência de Classe 1 central da faixa de oitava (Hz)	NPS passível de ser recebido por atividade		
	Atividades Emissoras de ruído		
	Classe 3	Classe 2	Classe 1
31,5	66	63	63
63	63	60	60
125	58	54	54
200	55	48	48
500	51	44	44
1000	49	42	42
2000	40	32	32
4000	36	27	27
8000	33	25	25

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Quadro 100 - Níveis Máximos de Pressão Sonora por Faixa de Oitava de Freqüência passíveis de serem recebidos por qualquer atividade de Classe 1, de acordo com sua origem em atividades de Classe 1, 2 ou 3, no horário compreendido entre 19 e 7 horas.

Freqüência de Classe 1 central da faixa de oitava (Hz)	NPS passível de ser recebido por atividade		
	Atividades Emissoras de ruído		
	Classe 3	Classe 2	Classe 1
31,5	61	55	55
63	57	51	51
125	53	46	46
200	47	40	40
500	42	35	35
1000	40	34	34
2000	30	26	26
4000	26	25	25
8000	26	25	25

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Quadro 101 - Níveis Máximos de Pressão Sonora por Faixa de Oitava de Freqüência, passíveis de serem recebidos por qualquer atividade de Classe 2, de acordo com a sua origem em atividades de Classe 1, 2 ou 3, no horário compreendido entre 07 e 19 horas.

Freqüência de Classe 1 central da faixa de oitava (Hz)	NPS passível de ser recebido por atividade		
	Atividades Emissoras de ruído		
	Classe 3	Classe 2	Classe 1
31,5	80	79	72
63	79	78	71
125	74	72	65
200	69	64	57
500	63	58	51
1000	57	52	45
2000	52	46	39
4000	48	41	34
8000	45	39	32

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Quadro 102 - Níveis Máximos de Pressão Sonora por Faixa de Oitava de Freqüência, passíveis de serem recebidos por qualquer atividade de Classe 2, de acordo com sua origem em atividades de Classe 1, 2 ou 3, no horário compreendido entre 19 e 07 horas.

Freqüência de Classe 2 central da faixa de oitava (Hz)	NPS passível de ser recebido por atividade		
	Atividades Emissoras de ruído		
	Classe 3	Classe 2	Classe 1
31,5	67	66	59
63	65	63	57
125	60	58	51
200	52	47	40
500	45	40	33
1000	39	34	27
2000	34	28	25
4000	30	25	25
8000	30	25	25

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Quadro 103 - Níveis Máximos de Pressão Sonora por Faixa de Oitava de Freqüência, passíveis de serem recebidos por qualquer atividade de Classe 3, de acordo com sua origem em atividades de Classe 1, 2 ou 3, no horário compreendido entre 06 e 22 horas.

Freqüência de Classe 3 central da faixa de oitava (Hz)	NPS passível de ser recebido por atividade		
	Atividades Emissoras de ruído		
	Classe 3	Classe 2	Classe 1
31,5	98	89	89
63	89	84	84
125	81	75	75
200	76	67	67
500	72	63	63
1000	67	59	59
2000	65	57	57
4000	62	53	53
8000	59	51	51

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Quadro 104 - Níveis Máximos de Pressão Sonora por Faixa de Oitava de Freqüência, passíveis de serem recebidos por qualquer atividade de Classe 3, de acordo com sua origem em atividades de Classe 1, 2 ou 3, no horário compreendido entre 22 e 06 horas.

Freqüência de Classe 3 central da faixa de oitava (Hz)	NPS passível de ser recebido por atividade		
	Atividades Emissoras de ruído		
	Classe 3	Classe 2	Classe 1
31,5	78	69	69
63	69	64	64
125	61	55	55
200	56	47	47
500	52	43	43
1000	47	39	39
2000	45	37	37
4000	42	33	33
8000	39	31	31

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Critério 3

Som incômodo é toda e qualquer emissão de som medido dentro dos limites reais da propriedade da parte supostamente incomodada, que ultrapasse em mais de 5 dB(A) o valor do ruído de fundo local.

Observa-se que no critério 1 o nível preconizado para unidades territoriais residenciais no período diurno é superior àquele recomendado pela norma NBR 10151.

Este critério é difícil de ser comparado àquele da NBR 10152 sem conhecer a lei de uso do solo vigente nesta cidade.

O critério 2, estabelecido para a atividade que se encontra inserida no espaço urbano em desconformidade com a lei de uso do solo e quando a zona de influência da fonte de ruído desta atividade ultrapassar os limites da unidade territorial onde a mesma se

encontra, é complexo, exigindo a utilização de equipamentos para medição mais sofisticados e, portanto, de custo elevado.

O critério 3 leva em consideração o ruído de fundo no local. Este critério torna-se importante quando se pretende que o nível de ruído de fundo não aumente, visando a manutenção da qualidade sonora do espaço urbano. Contudo, tal critério aplicado em determinadas áreas em desenvolvimento pode impedir o crescimento das mesmas.

- **Curitiba –** estabelece que o método utilizado para a medição e avaliação obedecerão as recomendações das normas NBR 10.151 e NBR 10.152, ou às que lhes sucederem.

  Basicamente, apresenta quatro critérios de ruído, a seguir apresentados.

Critério 1

O nível som da fonte poluidora, medidos a 5m (cinco metros) de qualquer divisa do imóvel, ou medido dentro dos limites reais da propriedade onde se dá o suposto incômodo, não poderá exceder os níveis fixados na Quadro 104 (Tabela I, que é parte integrante da lei).

Quadro 105 - Níveis Máximos Permissíveis de Pressão Sonora.

Zonas de uso	**Diurno** (7 às 19h)	**Vespertino** (19 às 22h)	**Noturno** (22 às 7h)
Todas as ZR, SR1, SR2 , ZEH, AV, ZA (exceto ZR4), SEHIS	55dB(A)	50 dB(A)	45dB(A)
ZR4, SEREC, CC (exceto Av. Cândido de Abreu), NC, UM, SC-1.	60 dB(A)	55dB(A)	55dB(A)
CC (Av. Candido de Abreu), SE, ZC, vias de penetração e coletoras, SH	65 dB(A)	60 dB(A)	55dB(A)
SAI, ZS, ZE, Serviços, ZI, AI, TC, TT, Central de abastecimento	70 dB(A)	60 dB(A)	60 dB(A)

Legenda: ZR-1 – Zona residencial (estritamente)
SEREC – Setor de recuperação residência
ZR-2 – Zona residencial baixa densidade

CC – Centro Cívico
ZR-3 – Zona residencial média densidade
ZS – Zona de serviço
ZR-4 – Zona residencial média densidade
ZI – Zona industrial
SEHIS – Setor especial de habilitação de interesse social
SAI – Serviço de apoio à indústria - CIC
ZE - Zona especial de Serviço - CIC
AI – Área industrial
AV – Área verde
TC – Terminal de Carga
ZA – Zona agrícola
TT – Terminal de transporte
SR-1 – Setor residencial Santa Felicidade
NC – Nova Curitiba
SR-2 – Setor residencial Santa Felicidade
UM – Uso misto - CIC
ZEH – Zona especial habitacional - CIC
SC-1 – Setor comercial
SH – Setor histórico
SE – Setor estrutural

Fonte: CURITIBA, 1995.

Observações:

- Quando a fonte poluidora e à propriedade onde se dá o suposto incômodo localizarem-se em diferentes zonas de uso e ocupação, serão considerados os limites estabelecidos para a zona em que se localiza a propriedade onde se dá o suposto incômodo;
- Quando a propriedade onde se dá o suposto incômodo tratar-se de escola, creche, biblioteca pública, hospital, ambulatório, casa de saúde ou similar com leitos para internamento, deverão ser atendidos os limites estabelecidos para ZR-1, independentemente da efetiva zona de uso e deverá ser observada a faixa de 200m (duzentos metros) de distância, definida como zona de silêncio;
- Quando o nível de ruído proveniente de tráfego, medido dentro dos limites reais da propriedade onde se dá o suposto incômodo vir a ultrapassar os níveis fixados por esta lei, caberá à Secretaria Municipal do Meio Ambiente articular-se com

os órgãos competentes, visando a adoção de medidas para eliminação ou minimização dos distúrbios sonoros.

Critério 2:

A Prefeitura Municipal somente concederá licença de funcionamento a indústrias de fabricação de morteiros, bombas, rojões, foguetes ou fogos de artifício em geral desde que os estampidos não ultrapassem o nível máximo de 90 dB (noventa decibéis) medidos na curva "C" do Medidor de Intensidade de Som, à distância de 7m (sete metros) da origem do estampido ao ar livre, observando às disposições de determinações policiais e regulamentares a respeito.

Critério 3

Templos de qualquer culto, desde que não ultrapassem os limites de 65dB (A) nos períodos diurno e vespertino e no período noturno enquadrem-se na Tabela 60.

Critério 4

O nível de som provocado por máquinas e aparelho utilizados nos serviços de construção civil, devidamente licenciados, deverão atender aos limites máximos estabelecidos na Quadro 105 (Tabela II, que é parte integrante da lei).

Quadro 106 – Níveis limites de Pressão Sonora para Serviços de Construção Civil

Atividade	Níveis de Ruído
Atividades não confináveis	90 dB (A) para qualquer zona, permitido somente no horário diurno
Atividades passíveis de confinamento	Limite da Zona constante na Tabela 60 acrescido de 5 (cinco) dB(A) nos dias úteis em horário diurno. Limite da Zona constante na Tabela 60 para os horários vespertino e noturno nos dias úteis e qualquer horário nos domingos e feriados.

Fonte: CURITIBA, 1995.

Observações:

- A Secretaria Municipal do Meio Ambiente poderá expedir licença ambiental às indústrias referidas no presente artigo desde que o nível de ruído não ultrapasse a mais de 10% (dez por cento) dos padrões e critérios estabelecidos nesta lei para o zoneamento em que estiveram instaladas e tendo esgotadas todas as medidas para saneamento do mesmo;
- Observa-se que os níveis critério de ruído do Critério 1 são estabelecidos em função do zoneamento, de acordo com a Norma NBR 10151. Todavia, os valores adotados para o período diurno, na maioria dos casos, são superiores aqueles preconizados pela norma, com exceção daqueles estabelecidos para uma zona industrial. Os valores estipulados para os períodos diurno e noturno para Área mista de serviço e Área serviço exclusivo também são superiores;
- O critério 2 relativo à indústria de explosivos, considera o ruído impulsivo e, portanto, a instrumentação para medição tem que ser dotada da escala de ponderação C, não disponível em medidores simples;
- O critério 3 estabelece uma exceção da aplicação do critério 1 para cultos religiosos no período diurno. Este critério gera controvérsias, tendo em vista que pode ser considerado como uma atividade capaz de causar incômodo como outra qualquer;
- O critério 4 é outro critério adicional, considerando-se ruído de construção civil. Os limites estabelecidos são também atrelados ao zoneamento. Comparando-se os limites impostos neste critério com os do critério 1, pode-se dizer que estes limites são elevados, permitindo, por exemplo, que uma obra realizada em uma Zona Residencial 1 (estritamente) possa emitir níveis de ruído 35 dB acima do preconizado para esta área durante o período diurno, considerando-se atividades não confináveis.

Apêndice 9.18

Redes Neurais - Definições

Do ponto de vista da fundamentação teórica, pode-se dizer que um "Sistema Especialista é projetado e desenvolvido para atender a uma aplicação determinada e limitada do conhecimento humano. É capaz de emitir uma decisão, apoiado em conhecimento justificado, a partir de uma base de informações, tal qual um especialista de determinada área do conhecimento humano" (DIN, s.d.).

De uma forma geral são utilizados quando não se pode algoritmizar um problema ou quando a solução deste problema conduz a um processamento demorado. Estes se apóiam em processos heurísticos (idem).

Neste trabalho se utiliza os Sistemas Neurais Artificiais ou Redes Neurais Artificiais (RNA) que se baseiam na visão da Inteligência Artificial Conexionista, onde se acredita que construindo um sistema que simule a estrutura cerebral humana (estrutura interconectada), este apresentará inteligência e será capaz de aprender, assimilar, errar e, com esta experiência, adquirir novos conhecimentos. (IANET, s.d.).

As redes neurais artificiais foram desenvolvidas por Warren McCulloch e Walter Pitts (1943), os quais fizeram uma analogia entre células nervosas vivas e o processo eletrônico, onde resistores variáveis e amplificadores, representavam conexões sinápticas de um neurônio biológico (TAFNER, 1998). Em seguida, Hebb (1949) e Rosemblatt (1958) apresentaram o modelo básico de rede de auto-organização e o modelo Perceptron de aprendizado supervisionado, respectivamente (REDES..., s.d.).

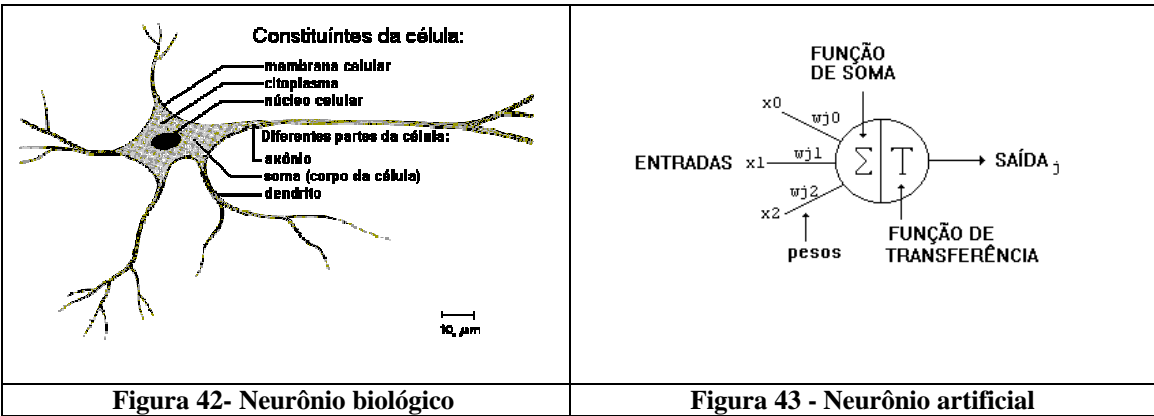
Apesar da existência de algumas publicações importantes nas décadas de 60 e 70, alguns históricos apontam o reinicio das mesmas na década de 80, através dos trabalhos de Hopfield (1982), relatando a utilização de redes simétricas para otimização e de

Rumelhart, Hinton e Williams (1986) que introduziram o algoritmo Backpropagation que será utilizado nesta tese (REDES..., s.d.).

Segundo Haykin (2001), “uma rede neural é um processador massivamente paralelo que tem a tendência natural de armazenar conhecimento experimental e torná-lo disponível para uso. Parece com o cérebro humano em dois aspectos:

1. O conhecimento é adquirido pela rede através de um processo de aprendizagem;
2. Conexões entre neurônios, conhecidas como conexões sinápticas são utilizadas para armazenar conhecimento”.

Pode-se dizer que uma rede neural é uma combinação de diversos neurônios artificiais que são estruturas lógico-matemática que procuram simular a forma, o comportamento e as funções de um neurônio biológico que compõem o sistema nervoso. Assim sendo, os dendritos (Figura 42) são substituídos por entradas (Figura 43), cujas ligações com o corpo celular artificial são realizadas através de elementos chamados de peso (simulando as sinapses), e os axônios por saídas. Os estímulos captados pelas entradas são processados pela função de soma, e o limiar de disparo do neurônio biológico é substituído pela função de transferência (TAFNER, 1998).

Figura 42- Neurônio biológico | **Figura 43 - Neurônio artificial**

Fonte: TAFNER, 1998.

Esta combinação de neurônios artificiais que compõem a rede se dá através de uma organização em camadas (Figura 44). Alguns autores consideram os dados de entrada como pertencentes à camada de entrada, como a seguir descrito, outros não. O motivo para esta desconsideração se baseia no fato que na camada de entrada não é realizada qualquer computação. Assim sendo, consideram apenas as camadas intermediárias e de saída como camadas da rede. No caso da rede composta somente pela camada de entrada de neurônios e a camada de saída, ela é denominada rede de camada única.

- Camada de Entrada: onde os sinais são apresentados à rede;
- Camadas Intermediárias ou Ocultas: onde é feita a maior parte do processamento (cada sinal é multiplicado por um peso que indica sua influência na saída da unidade, seguido de uma soma ponderada, produzindo um nível de atividade que se exceder o limite produz uma saída), podendo ser consideradas como extratoras de características;
- Camada de Saída: onde o resultado final é concluído e apresentado.

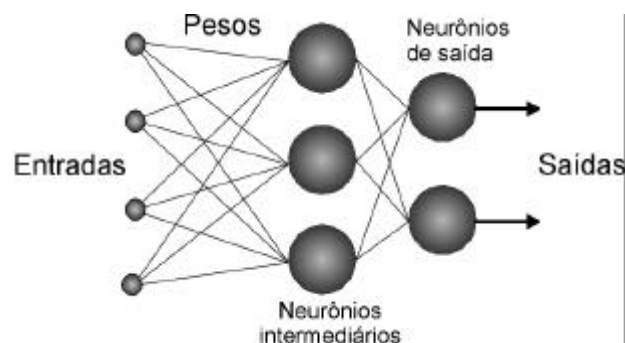



Figura 44 - Organização da rede em camadas
Fonte: TAFNER, 1998.

Esta organização em camadas associada à quantidade de neurônios em cada camada, às conexões entre camadas, às funções de ativação escolhidas e ao algoritmo de aprendizagem utilizado faz com existam inúmeros tipos de redes neurais.

Geralmente, na literatura, as redes neurais são classificadas, de acordo com a arquitetura, algoritmos de aprendizagem e, mais raro, em função do tipo de dados que elas aceitam (SARLE, 2002).

Segundo HAYKIN (2001), as redes podem ser classificadas em três classes, considerando-se a arquitetura :

- rede alimentada adiante de única camada (Feedforward de única camada);
- rede alimentada diretamente com múltiplas camadas (Feedforward multi-camada);
- Recorrente (feedback).

Observa-se que a arquitetura da rede compreende não só a disposição dos neurônios em cada camada, mas o tipo de conexão entre eles nas diferentes camadas e dentro da própria camada a que eles pertencem.

Nas redes do tipo feedforward ou recorrentes as conexões entre as unidades não formam ciclos. Em outras palavras, todas as sinapses se ligam somente aos neurônios da camada seguinte, portanto, não sofrem realimentação.

Nas redes do tipo feedback ou recorrente, as conexões entre as unidades formam ciclos. Existem sinapses com os neurônios da mesma camada e com da camada anterior (feed-back).

O algoritmo de aprendizagem define o processo de aprendizagem da rede para a execução de uma determinada tarefa. Portanto, a escolha algoritmo é influenciada pelas tarefas básicas de aprendizagem (HAYKIN, 2001). Dentro deste contexto, pode-se identificar seis tarefas:

- Associação de padrões;
- Reconhecimento de padrões;

- Aproximação de funções;
- Controle;
- Filtragem;
- Formação de feixe.

Este algoritmo é definido como um conjunto de regras pré-estabelecidas bem-definidas para a solução de um problema de aprendizagem. Existem cinco regras básicas de aprendizagem que requerem ou não a existência de uma agente externo, também denominado de professor (HAYKIN, 2001):

- Aprendizagem por correção do erro – baseia-se numa filtragem ótima;
- Aprendizagem baseada em memória – memoriza os dados de treinamento;
- Aprendizagem hebbiana – inspira-se em considerações neurobiológicas;
- Aprendizagem competitiva – idem a anterior;
- Aprendizagem de Boltzmann – baseia-se em idéias da mecânica estatística.

Existem diversos tipos de algoritmos para o projeto de redes, diferindo entre si pelo modo como é formulado o ajuste dos pesos sinápticos de um neurônio. Pode-se dizer que a propriedade mais importante das redes é a habilidade de aprender e armazenar conhecimento experimental. Isto é feito através de um processo iterativo de ajustes aplicado a seus pesos, o treinamento. Dentre os diferentes algoritmos de aprendizagem, dois são considerados paradigmas de aprendizagem, e com relação a estes as redes podem ser classificadas em:

- Supervisionadas;
- Não-supervisionadas ou auto-organizáveis.

A aprendizagem supervisionada utiliza um agente externo que indica a rede seu comportamento, de acordo com o padrão de entrada. Ou seja, os resultados de saída do sistema são conhecidos e apresentados a rede durante o treinamento, ainda que a rede

possa ajustar seus pesos para tentar aproximar suas saídas aos valores de meta. Após o treinamento, a rede é testada dando somente valores de entrada, não valores de meta, e observando como os valores de saída se aproximam dos valores de meta (HAYKIN, 2001).

Um algoritmo popular baseado na regra de aprendizagem por correção de erro, que é um tipo de regra de aprendizagem supervisionada, é o algoritmo de retropropagação de erro (*error backpropagation*). Basicamente esta retropropagação consiste de uma seqüência de dois passos através das diferentes camadas da rede. Primeiro, um padrão (vetor de entrada) é apresentado a camada de entrada da rede e seu efeito se propaga através da rede, camada por camada, até que a resposta seja produzida pela camada de saída. No segundo passo a saída obtida é comparada a saída desejada para este padrão. Caso não esteja correta o erro é calculado e retropropagado, modificando os pesos das conexões das unidades das camadas internas até a camada de entrada (HAYKIN, 2001).

Existe ainda um outro algoritmo que pode ser considerado uma variante do supervisionado que é a aprendizagem por reforço. Neste tipo de aprendizagem não são apresentados a rede os resultados de saída. Todavia, pode-se saber se as respostas produzidas são corretas ou não, por intermédio de um "crítico" que observa o comportamento da rede, fazendo com que na ocorrência de respostas satisfatórias as conexões que levam a estas respostas sejam reforçadas e, caso contrário, as conexões devem ter peso menor (HAYKIN, 2001).

A aprendizagem não supervisionada não utiliza um agente externo indicando a resposta desejada para os padrões de entrada. Ou seja, não fornece a rede os resultados de saída do sistema durante o treinamento da rede.

No que diz respeito aos dados de entrada, estes podem ainda ser classificados em função de receberem variáveis pertencentes a uma determinada categoria (Ex: macho ou fêmea) ou variáveis quantitativas - medições numéricas de algum atributo (Ex: comprimento em metros). As medições têm que ser realizadas de forma que, pelo ao menos, algumas

relações aritméticas entre as medições reflitam relações análogas entre os atributos dos objetos que são medidos.

A redes neurais podem ser aplicadas para diversos fins. No campo da acústica estas têm sido aplicadas para resolver uma grande variedade de problemas (DAI, 2003), (COOMES, 2001). Um uso clássico é na área de processamento de sinal para separação de sinais de fontes sonoras (FREISLEBEN, s.d.).

Nesta tese o propósito não é a separação pura e simples de sinais, mas obter informações da contribuição sonora das fontes, utilizando as informações obtidas a partir dos níveis de ruído. Isto pode ser realizado usando uma regressão não linear e uma interpolação.

A rede neural também pode ser usada como uma ferramenta de modelagem matemática capaz de realizar regressão não linear com a vantagem de fornecer uma estrutura geral para a representação das relações não lineares. Outra vantagem do uso da rede neural é que após o seu treinamento o cálculo dos valores interpolados é simples e rápido.

A construção de uma rede neural compreende as seguintes fases:

1. Estudo do problema;
2. Aquisição de dados e separação em conjuntos de treinamento e teste;
3. Definição da configuração da rede;
4. Treinamento da rede;
5. Teste.

1. Estudo do problema

Inicialmente é necessário verificar se o problema pode ser modelado através de um sistema de redes neurais. Em princípio as redes podem modelar quaisquer funções computáveis. Entretanto, normalmente são utilizadas para resolver situações não facilmente resolvidas na computação convencional, situações em que envolvam resoluções de problemas não lineares e requeiram algum aprendizado e adaptação. Além das redes serem tolerantes a falhas, em função de sua natureza distributiva da informação armazenada.

Para tal, é necessário, preliminarmente, identificar o que se deseja predizer ou determinar com o modelo. Em seguida definir as entradas e saídas do sistema e identificar quais são as informações a serem utilizadas pela rede para aprender o problema dado e predizer a resposta. Normalmente é necessário a disponibilização de um grande número de dados que são utilizados como dados de entrada do sistema e dados de treinamento e teste da rede, como abordado a seguir.

2. Aquisição de dados e separação em conjuntos

Nesta fase são levantados os dados relacionados ao problema e separados em conjuntos de treinamento e teste da rede, além de validação da rede que podem ser assim definidos:

- Conjunto de treinamento – conjunto de exemplos usado para a aprendizagem, necessário ao ajuste dos pesos da rede;
- Conjunto de teste – conjunto de exemplos utilizado para avaliar o desempenho, ou seja, da generalização da rede;
- Conjunto de validação – conjunto de exemplos usados para ajustar a arquitetura da rede. Por exemplo, a escolha do número de camadas escondidas em uma rede neural.

Freqüentemente, os termos “teste” e “validação” são confundidos. Todavia, pelo exposto, pode-se dizer que são completamente distintos e, portanto, possuem funções diferentes.

Segundo Haykin (2001) o conjunto de casos disponíveis para o treinamento tem que ser pelo menos igual ao número de conexões e preferivelmente dez vezes este número, caso o número de neurônios na camada escondida seja muito pequeno, para que a rede generalize melhor.

Em alguns casos torna-se necessário realizar um pré-processamento dos dados de entrada e, conseqüentemente, os de saída, através, por exemplo, de normalização para torná-los apropriados para a sua utilização na rede.

3. Definição da configuração da rede

A determinação da configuração é fundamental para o desempenho da rede, influenciando na velocidade e exatidão da aprendizagem, na imunidade a ruídos e na capacidade de generalização.

Esta configuração pode ser dividida em três etapas, que consistem na seleção da arquitetura da rede, das funções de ativação e do algoritmo de aprendizagem .

A seleção da arquitetura da rede consiste em determinar se a rede terá uma ou mais camadas e se estas serão alimentadas adiante (Feedforward) ou realimentadas (recorrentes) e o número de neurônios em cada uma das camadas.

O dimensionamento do número de camadas é normalmente um processo de tentativa-e-erro. Já o número de neurônios nas camadas de entrada e saída é função do problema a ser modelado, ou seja, o que se pretende predizer ou determinar com a modelagem neural, conforme abordado anteriormente. Já a definição do número de neurônios na(s)

camada(s) intermediária(s), caso esta(s) exista(m), é meramente baseada na experiência do projetista da rede, existindo apenas algumas regras básicas. A princípio este número deve estar entre o número de vetores de entrada e de saída.

A escolha das funções de ativação visam a introdução da não linearidade na rede neural, podendo-se dizer que existem três tipos que comumente são mais utilizadas:

- Função de limiar;
- Função linear por partes;
- Função sigmóide.

A seleção do algoritmo de aprendizagem permite que sejam definidos os pesos sinápticos e o próprio processo de aprendizagem. Conforme já apresentado existem dois paradigmas neurais (aprendizagem supervisionada e não supervisionada) que são comumente adotados. Cabe ressaltar que os conceitos de aprendizagem e de treinamento são distintos. O processo de aprendizagem é associado a uma tarefa que a rede executa em função do treinamento, da sua arquitetura e da sua topologia, conforme descrito anteriormente. O processo de treinamento será detalhado a seguir.

4. Treinamento da rede

Esta fase compreende a apresentação à rede do conjunto de treinamento (conjunto de exemplos usado para a aprendizagem, necessário ao ajuste dos pesos da rede) para treinar a rede.

Além da apresentação do conjunto de treinamento torna-se necessário considerar alguns aspectos, tais como a inicialização da rede, o modo de treinamento da rede e o tempo de treinamento.

Quanto a inicialização, ao utilizar um software, do tipo MATLAB, por exemplo, ele se encarrega da escolha inicial dos pesos. Normalmente os pesos devem ser pequenos (entre ± 0,3), a fim de se evitar a paralisia nos primeiros passos de treinamento, e selecionados aleatoriamente.

Quanto ao modo de treinamento há dois modos – o padrão e o batch – que dependendo do problema que está sendo modelado, a eficiência de ambos pode variar. Geralmente o modo padrão é utilizado.

Quanto ao tempo de treinamento os critérios adotados podem ser: número máximo de passos (épocas); capacidade de generalização da rede e taxa de erro pequena; e interrupção do treinamento ("early stopping" ou "stopped training"). Este último pode ser utilizado quando o número de casos de treinamento é inferior ao número de parâmetros da rede.

5. Teste

O teste da rede consiste na apresentação de um conjunto de testes, estabelecido na fase de aquisição e separação dos conjuntos, a fim de se verificar a capacidade de generalização da rede.